



Universidad de San Carlos de Guatemala

Facultad de Ingeniería

Escuela de Ingeniería Civil

**AMPLIACIÓN Y MEJORAMIENTO DE CARRETERA PARA LA ALDEA
TENEDORES Y DISEÑO DE SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA
CEMENTERIO GRAN CAÑÓN, MORALES, IZABAL**

Juan Diego Mejía Edelman

Asesorado por el Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz

Guatemala, marzo de 2015

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**AMPLIACIÓN Y MEJORAMIENTO DE CARRETERA PARA LA ALDEA
TENEDORES Y DISEÑO DE SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA
CEMENTERIO GRAN CAÑÓN, MORALES, IZABAL**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

JUAN DIEGO MEJÍA EDELMAN

ASESORADO POR EL ING. LUIS GREGORIO ALFARO VÉLIZ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, MARZO DE 2015

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Ing. Angel Roberto Sic García
VOCAL II	Ing. Pablo Christian de León Rodríguez
VOCAL III	Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayoa
VOCAL IV	Br. Narda Lucía Pacay Barrientos
VOCAL V	Br. Walter Rafael Véliz Muñoz
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco
EXAMINADOR	Ing. Silvio José Rodríguez Serrano
EXAMINADOR	Ing. Óscar Argueta Hernández
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

AMPLIACIÓN Y MEJORAMIENTO DE CARRETERA PARA LA ALDEA TENEDORES Y DISEÑO DE SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA CEMENTERIO GRAN CAÑÓN, MORALES, IZABAL

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil,
con fecha 24 de septiembre de 2013.

Juan Diego Mejía Edelman



Guatemala, 15 de enero de 2015
Ref.EPS.DOC.21.01.15

Ing. Silvio José Rodríguez Serrano
Director
Unidad de EPS
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ingeniero Rodríguez Serrano.

Por este medio atentamente le informo que como Asesor-Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), del estudiante universitario **Juan Diego Mejía Edelman** con carné No. **201020437**, de la Carrera de Ingeniería Civil, procedí a revisar el informe final, cuyo título es: **AMPLIACIÓN Y MEJORAMIENTO DE CARRETERA PARA LA ALDEA TENEDORES Y DISEÑO DE SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA CEMENTERIO GRAN CAÑÓN, MORALES, IZABAL.**

En tal virtud, **LO DOY POR APROBADO**, solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"

Ing. Luis Gregorio Alfaro Veliz
Asesor-Supervisor de EPS
Área de Ingeniería Civil



c.c. Archivo
LGAV/ra



FACULTAD DE INGENIERIA

UNIDAD DE EPS

Guatemala, 16 de febrero de 2015
Ref.EPS.D.84.02.15

Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco
Director Escuela de Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ingeniero Montenegro Franco.

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **AMPLIACIÓN Y MEJORAMIENTO DE CARRETERA PARA LA ALDEA TENEDORES Y DISEÑO DE SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA CEMENTERIO GRAN CAÑÓN, MORALES, IZABAL**, que fue desarrollado por el estudiante universitario **Juan Diego Mejía Edelman**, carné **201020437**, quien fue debidamente asesorado y supervisado por el Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz.

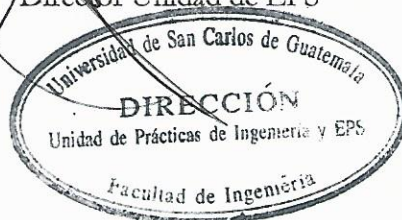
Por lo que habiendo cumplido con los objetivos y requisitos de ley del referido trabajo y existiendo la aprobación del mismo por parte del Asesor – Supervisor de EPS, en mi calidad de Director apruebo su contenido solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,
"Id y Enseñad a Todos"

Ing. Silvio José Rodríguez Serrano
Director Unidad de EPS

SJRS/ra





USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala

<http://civil.ingenieria.usac.edu.gt>

Universidad de San Carlos de Guatemala
FACULTAD DE INGENIERÍA
Escuela de Ingeniería Civil



Guatemala,
11 de febrero de 2015

Ingeniero
Hugo Leonel Montenegro Franco
Director Escuela Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería
Universidad de San Carlos

Estimado Ingeniero Montenegro.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **AMPLIACIÓN Y MEJORAMIENTO DE CARRETERA PARA LA ALDEA TENEDORES Y DISEÑO DE SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA CEMENTERIO GRAN CAÑÓN, MORALES, IZABAL**, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Juan Diego Mejia Edelman, quien contó con la asesoría del Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz.

Considero este trabajo bien desarrollado y representa un aporte para la comunidad del área y habiendo cumplido con los objetivos del referido trabajo doy mi aprobación al mismo solicitando darle el trámite respectivo.

Atentamente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS

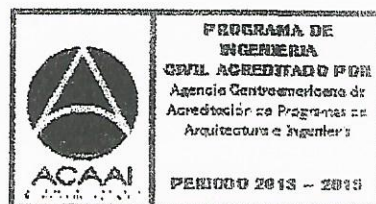

Ing. Mario Estuardo Arriola Ávila
Coordinador del Área de Topografía y Transportes

bbdeb.



FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO
DE
TRANSPORTES
USAC

Mas de 134 años de Trabajo Académico y Mejora Continua





USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala

<http://civil.ingenieria.usac.edu.gt>

Universidad de San Carlos de Guatemala
FACULTAD DE INGENIERÍA
Escuela de Ingeniería Civil
Guatemala,
26 de enero de 2015



Ingeniero
Hugo Leonel Montenegro Franco
Director Escuela Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería
Universidad de San Carlos

Estimado Ingeniero Montenegro.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **AMPLIACIÓN Y MEJORAMIENTO DE CARRETERA PARA LA ALDEA TENEDORES Y DISEÑO DE SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA CEMENTERIO GRAN CAÑON, MORALES, IZABAL**, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Juan Diego Mejia Edelman, con Carnet No. 201020437, quien contó con la asesoría del Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz.

Considero este trabajo bien desarrollado y representa un aporte para la comunidad del área y habiendo cumplido con los objetivos del referido trabajo doy mi aprobación al mismo solicitando darle el trámite respectivo.

Atentamente,

ID Y ENSEÑADA A TODOS

Ing. Rafael Enrique Morales Ochoa
Revisor por el Departamento de Hidráulica



FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO
DE
HIDRAULICA
USAC

/bbdeb
Mas de 134 años de Trabajo Académico y Mejora Continua





USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala

<http://civil.ingenieria.usac.edu.gt>

Universidad de San Carlos de Guatemala
FACULTAD DE INGENIERÍA
Escuela de Ingeniería Civil



El director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz y del Coordinador de E.P.S. Ing. Silvio José Rodríguez Serrano, al trabajo de graduación del estudiante Juan Diego Majía Edelman, titulado **AMPLIACIÓN Y MEJORAMIENTO DE CARRETERA PARA LA ALDEA TENEDORES Y DISEÑO DE SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA CEMENTERIO GRAN CAÑÓN, MORALES, IZABAL**, da por este medio su aprobación a dicho trabajo.


Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco



Guatemala, marzo 2015.

/bbdeb.

Mas de **134** años de Trabajo Académico y Mejora Continua





DTG. 120 .2015

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Civil, al Trabajo de Graduación titulado: **AMPLIACIÓN Y MEJORAMIENTO DE CARRETERA PARA LA ALDEA TENEDORES Y DISEÑO DE SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA CEMENTRERIO GRAN CAÑÓN, MORALES, IZABAL**, presentado por el estudiante universitario: **Juan Diego Mejía Edelman**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:

Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
Decano

Guatemala, 18 de febrero de 2015

/gdech



ACTO QUE DEDICO A:

Dios

Por haberme dado todo lo que tengo.

Mis padres

Marcos Mejía y Lisbeth Edelman, por su apoyo y cariño incondicional a lo largo de mi carrera.

Mis hermanos

Pablo, Lourdes, Marcos y Gabriel, Mejía Edelman.

Mis primos

José Javier Edelman, Cecilia, Dulce, Mercedes, Silvia, José Aguilar, Rodrigo Mejía, María Edelman y Andrés Santizo.

AGRADECIMIENTOS A:

Facultad de Ingeniería	Por darme las herramientas necesarias para aprender la ingeniería civil.
Mis amigos	José Galicia, Daniel Ramos, Absalón Galindo, Carlos Grajeda, José Pedro, Josué Chic, José Valdez, Rodolfo Estrada, Henry Aba, Sergio Mancilla, Carlos Mejía, Marco González y Julio Alvarado, por su valiosa amistad.
Arq. Evelyn García	Por su apoyo incondicional.
Municipalidad de Morales, Izabal	Por el apoyo proporcionado a lo largo de mi Ejercicio Profesional Supervisado.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	V
LISTA DE SÍMBOLOS	VII
GLOSARIO	XI
RESUMEN.....	XV
OBJETIVOS.....	XVII
INTRODUCCIÓN	XIX
1. MONOGRAFÍA DE LAS ALDEAS TENEDORES Y CEMENTERIO	
GRAN CAÑÓN DE MORALES, IZABAL	1
1.1. Generalidades.....	1
1.1.1. Ubicación y localización	1
1.1.2. Accesos y comunidades	2
1.1.2.1. Servicio de transporte público	3
1.1.2.2. Comunidades	3
1.1.3. Topografía	8
1.1.4. Población	8
1.1.5. Actividades económicas	9
1.1.5.1. Agricultura	9
1.1.5.2. Ganadería	10
1.1.5.3. Industria	10
1.1.6. Aspectos climáticos	10
1.2. Principales necesidades de la población	11
1.2.1. Descripción de las necesidades	11
1.2.1.1. Área de salud	11
1.2.1.2. Área de educación	11

1.2.1.3.	Área de infraestructura física	12
1.2.2.	Priorización de necesidades	12
2.	AMPLIACIÓN Y MEJORAMIENTO DE CARRETERA PARA LA ALDEA TENEDORES, MORALES, IZABAL	13
2.1.	Descripción del proyecto a desarrollar	13
2.2.	Especificaciones	13
2.3.	Levantamiento topográfico	15
2.3.1.	Planimetría	15
2.3.2.	Altimetría	16
2.4.	Estudio de suelos	16
2.4.1.	Subrasante	19
2.4.2.	Balasto	20
2.5.	Diseño geométrico de la carretera.....	20
2.5.1.	Diseño del alineamiento horizontal.....	21
2.5.1.1.	Curvas horizontales	21
2.5.1.2.	Sobreancho	24
2.5.1.3.	Peralte	24
2.5.1.4.	Curvas de transición	25
2.5.2.	Diseño del alineamiento vertical	27
2.5.2.1.	Subrasante	28
2.5.2.2.	Pendientes	29
2.5.2.3.	Curvas verticales	30
2.5.2.4.	Correcciones.....	35
2.6.	Movimiento de tierras	35
2.6.1.	Cálculo de áreas de secciones transversales	36
2.6.2.	Cálculo de volúmenes	38
2.6.3.	Balance y diagrama de masas	41
2.7.	Tipo de carpeta de rodadura	42

2.8.	Programa de mantenimiento.....	43
2.9.	Elaboración de planos	43
2.10.	Drenajes	44
2.10.1.	Drenaje longitudinal	44
2.10.2.	Drenaje transversal.....	47
2.11.	Presupuesto del proyecto	49
2.11.1.	Integración de precios unitarios	49
2.11.2.	Cantidades estimadas de trabajo	50
2.12.	Cronograma de ejecución física y financiera	50
2.13.	Evaluación de impacto ambiental	51
3.	DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA CEMENTERIO GRAN CAÑÓN, MORALES, IZABAL	55
3.1.	Descripción del proyecto.....	55
3.2.	Levantamiento topográfico.....	55
3.3.	Parámetros de diseño y cálculos hidráulicos	55
3.3.1.	Selección de la fuente.....	56
3.3.2.	Aforo	56
3.3.3.	Determinación de población y dotaciones	57
3.3.4.	Determinación de caudales	57
3.3.5.	Presiones mínimas y máximas	59
3.3.6.	Velocidades y diámetros recomendados	60
3.3.7.	Memoria de cálculo.....	60
3.3.8.	Captación.....	61
3.3.9.	Diseño de la línea de conducción	61
3.3.10.	Tanque de distribución.....	63
3.3.11.	línea de distribución	68
3.3.12.	Diseño de la red de distribución.....	68
3.3.13.	Sistema de desinfección	71

3.4.	Características físicas y especificaciones técnicas	71
3.4.1.	Tipos y especificaciones de materiales	71
3.4.2.	Localización y ubicación de tuberías	72
3.4.3.	Accesorios y obras de arte	72
3.4.4.	Conexiones domiciliarias.....	73
3.5.	Análisis de costos.....	73
3.5.1.	Cuantificación de materiales	74
3.5.2.	Cuantificación de mano de obra.....	74
3.5.3.	Presupuesto	74
3.5.4.	Costos de operación y mantenimiento	75
3.5.5.	Estudio tarifario.....	76
3.6.	Evaluación de impacto ambiental	76
3.7.	Evaluación socioeconómica	80
3.7.1.	Valor presente neto (VPN)	81
3.7.2.	Tasa interna de retorno (TIR)	82
3.8.	Cronograma de actividades.....	83
CONCLUSIONES.....		85
RECOMENDACIONES		87
BIBLIOGRAFÍA.....		89
APÉNDICES.....		91
ANEXOS.....		117

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Localización aldea Tenedores en mapa 1: 50 000	2
2.	Localización aldea Cementerio Gran Cañón en mapa 1:50 000	3
3.	Elementos de una curva circular simple	22
4.	Curva vertical convexa	30
5.	Curva vertical cóncava	30
6.	Elementos de sección transversal	36
7.	Secciones transversales típicas	38
8.	Representación gráfica de un volumen de corte	39
9.	Representación gráfica de un volumen combinado de relleno y corte .	39
10.	Representación gráfica de volumen de relleno a corte	40
11.	Cuneta de diseño triangular	44

TABLAS

I.	Comunidades de Morales, Izabal	4
II.	Población por sexo	8
III.	Características geométricas de una carretera	14
IV.	Clasificación de materiales según su CBR	19
V.	Valor de constante K para curvas verticales	32
VI.	Relaciones de corte y relleno de taludes	37
VII.	Integración de costos y precios unitarios	50
VIII.	Cronograma	51

IX.	Presupuesto sistema de agua potable.....	75
X.	Cronograma de ejecución física y financiera	83

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
A	Área
Asmax	Área de acero máximo
Asmin	Área de acero mínimo
CM	Carga muerta
CU	Carga última
CV	Carga viva
Q	Caudal
Q.d.max	Caudal máximo diario
Qmed	Caudal medio diario
Qu	Caudal unitario
Q.u.s.	Caudal uso simultáneo
cm	Centímetro
C	Coeficiente de capacidad hidráulica de la tubería
K	Constante de velocidad
Cmax	Cuerda máxima
Δ	Deflexión
D	Diámetro
Ø	Diámetro de varilla o tubería
/	División
Dot	Dotación
@	Espaciamiento entre varillas de refuerzo
E	External
FCU	Factor de carga última

Fdm	Factor de día máximo
Fhm	Factor de hora máximo
G	Grado de curvatura
HG	Hierro galvanizado
=	Igual a
KPH	Kilómetros por hora
PSI	Libra por pulgada cuadrada
LL	Límite líquido
LP	Límite plástico
Lc	Longitud de curva
LCV	Longitud de curva vertical
L	Longitud de tubería
>	Mayor que
m.c.a.	Metro columna de agua
m²	Metro cuadrado
m³	Metro cúbico
m³/s	Metro cúbico por segundo
m	Metro lineal
m/s	Metro por segundo
mm	Milímetros
M	Momento
*, X	Multiplicación
#	Número de varilla
OM	Ordenada media
S	Pendiente
Hf	Pérdida de carga
n	Periodo de diseño
Po	Población actual
Pf	Población futura

PVC	Policloruro de vinilo
%H	Porcentaje de humedad
pH	Potencial de hidrógeno
Pmax	Presión máxima
Pmin	Presión mínima
PC	Principio de curva
PT	Principio de tangente
R	Radio
F'c	Resistencia a la compresión del concreto
Fy	Resistencia a la tensión del acero
√	Signo de raíz cuadrada
S	Sobreancho
St	Subtangente
r	Tasa de crecimiento
ton	Tonelada
ton/m2	Tonelada por metro cuadrado
ton/m3	Tonelada por metro cúbico
CBR	Valor soporte california

GLOSARIO

Acero mínimo	Cantidad de acero necesaria para resistir esfuerzos inducidos en los elementos estructurales, evitando grietas, expansión o contracción por temperatura en el concreto.
Aforo	Operación que consiste en medir el caudal de una fuente.
Agua potable	Agua libre de microorganismos dañinos a la salud y agradable a los sentidos.
Balasto	Material clasificado que se coloca sobre la subrasante de una carretera, con el objetivo de protegerla y que sirva de carpeta de rodadura.
Bases de diseño	Bases técnicas utilizadas para la creación de los proyectos, varían de acuerdo al tipo de proyecto.
Bombeo	Inclinación que se da en ambos lados del camino para drenar la superficie de la rasante.
Cabezal	Muro central de entrada y salida de las tuberías. Diseñado y construido para sostener y proteger los taludes y encauzar las aguas.

Carga muerta	Peso constante soportado por un elemento estructural durante la vida útil, incluyendo el propio.
Carga viva	Peso variable dado por el uso de la estructura, muebles, maquinaria móvil, entre otros, soportado por el elemento.
Caudal	Volumen de agua por unidad de tiempo que fluye dentro de una tubería, en un determinado punto de observación durante un instante.
Cota de terreno	Altura de un punto del terreno, haciendo referencia a un nivel determinado, banco de marca o nivel del mar.
Cuneta	Canal abierto paralelo al eje de la carretera elaborado para la conducción del agua de lluvia.
DGC	Dirección General de Caminos.
Dotación	Cantidad de agua necesaria para consumo, requerida por una persona en un día.
Esfuerzo	Fuerza por unidad de área.
Especificaciones	Normas técnicas de construcción con disposiciones especiales, de acuerdo a las características y tipo de proyecto. Son de carácter específico bajo estándares de calidad y seguridad.

Estiaje	Época del año, en la que los caudales de las fuentes de agua descienden al nivel mínimo.
INE	Instituto Nacional de Estadística.
INFOM	Instituto de Fomento Municipal.
Momento	Esfuerzo debido a la aplicación de una fuerza a cierta distancia del centro de masa.
Perfil	Visualización en plano de la superficie de la tierra, según la latitud y altura, referidas a banco de marca.
Presupuesto	Valor anticipado de una obra o proyecto.
Rasante	Línea que se obtiene de la proyección vertical de la parte superior de la capa de rodadura.
Sección típica	Vista de un corte vertical al alineamiento horizontal; es la sección común de la carretera o la que más se repite.
Subrasante	La capa de terreno que soporta la estructura del pavimento.
Topografía	Arte de describir y delinear detalladamente la superficie de un terreno.

UNEPAR	Unidad Ejecutora del Proyecto de Acueductos Rurales.
Valor soporte	Capacidad del suelo para resistir cargas por unidad de área.

RESUMEN

El presente trabajo de investigación contiene datos útiles de la Municipalidad de Morales, los cuales permitieron definir las necesidades principales del municipio. Con base a encuestas e investigaciones se determinó que uno de los problemas actuales es el deterioro de sus calles y carreteras. Específicamente, la carretera de la aldea Tenedores

La carretera tiene un largo 3 328 metros con un ancho promedio de 5,5 metros. Con la mejora de la carretera se espera beneficiar a 2 218 habitantes.

Asimismo, otro problema identificado es que no le han dado solución al abastecimiento de agua potable a varias aldeas cercanas al casco urbano.

La aldea Cementerio Gran Cañón no cuenta con un servicio de agua potable, por lo que se propone diseñar un sistema que permita brindarles este recurso hídrico. El cual deberá proveer de agua potable a una población actual de 1 000 habitantes. El diseño del proyecto incluye: captación de agua, línea de conducción, tanque de almacenamiento y línea de distribución.

El diseño de la carretera se hizo utilizando las *Especificaciones Generales para la Construcción de Carreteras y Puentes*, de la Dirección General de Caminos.

El diseño del sistema de agua potable se realizó, siguiendo la Guía de normas sanitarias para el diseño de sistemas rurales de abastecimiento de

agua para consumo humano, elaborado por el Instituto de Fomento Municipal (INFOM).

OBJETIVOS

General

Diseñar una ampliación y mejoramiento de carretera para la aldea Tenedores y un sistema de agua potable para la aldea Cementerio Gran Cañón. Morales, Izabal.

Específicos

1. Realizar un diagnóstico sobre las necesidades de servicios básicos en el área rural del municipio de Morales, Izabal.
2. Investigar la demanda de agua potable que tiene la población de la aldea Cementerio Gran Cañón, y buscar una captación de agua que satisfaga las necesidades actuales y futuras de agua.
3. Diseñar una carretera con base a las normas correspondientes, que sea segura y apta para el tipo de vehículos que en ella transitarán.
4. Elaborar los planos que permitan la ejecución de los proyectos a futuro.
5. Calcular el presupuesto de ambos proyectos, donde se deberá indicar el precio final de cada proyecto, los materiales y la mano de obra a utilizar.

INTRODUCCIÓN

En la investigación realizada en el municipio de Morales se pudo determinar que la comunidad de la aldea Tenedores necesita mejorar y ampliar el tramo de carretera que comunica a la aldea con la carretera CA-9. La Dirección Municipal de Planificación ha solicitado también, realizar el diseño para la introducción de un sistema de agua potable para la aldea Cementerio Gran Cañón, de dicho municipio.

En el capítulo uno se hace un estudio monográfico del municipio de Morales, específicamente de las aldeas Tenedores y Cementerio Gran Cañón.

El capítulo dos describe el diseño de la ampliación y mejoramiento de la carretera que une la aldea Tenedores con la carretera CA-9.

El capítulo tres contiene el diseño del sistema de agua potable para la aldea Cementerio Gran Cañón, Morales, Izabal.

Para proponer una solución técnica a los problemas anteriormente expuestos, se ha realizado estudios para cada uno de los proyectos, donde se incluyen: levantamientos topográficos, estudios de suelos y bacteriológicos, para el agua, y aspectos socioeconómicos.

Todos los estudios e información recopilada, permitieron realizar el informe final, el cual contiene planos, diseños, presupuestos y la evaluación de impacto ambiental para cada proyecto.

En la parte final del trabajo se adjuntan las conclusiones, recomendaciones, bibliografía y anexos, como complemento a la fase de servicio técnico profesional.

1. MONOGRAFÍA DE LAS ALDEAS TENEDORES Y CEMENTERIO GRAN CAÑÓN DE MORALES, IZABAL

1.1. Generalidades

Morales es un municipio del departamento de Izabal, Guatemala. Su nombre se debe al coronel Próspero Morales, quien poseía terrenos en el área donde actualmente se encuentra el municipio.

Morales está conformado por el casco urbano, 23 barrios, 3 colonias, 2 lotificaciones, 77 fincas, 10 aldeas, 182 caseríos, 7 haciendas, 8 parajes y 3 parcelamientos.

La población de las aldeas Tenedores y Cementerio Gran Cañón es de etnia mestiza en su mayoría (95 %), mientras que la población restante es de etnia indígena.

1.1.1. Ubicación y localización

Se encuentra ubicado al sur de la cabecera departamental de Puerto Barrios, en el departamento de Izabal, colinda al norte con los municipios de Livingston y Puerto Barrios; al sur con el municipio de los Amates y la República de Honduras; al este con el municipio de Puerto Barrios y la República de Honduras; al oeste con el municipio de los Amates.

El casco urbano de Morales se encuentra a una altura de 50 metros sobre el nivel del mar, la aldea Tenedores está a una altura de 39 metros sobre el

nivel del mar mientras que la aldea Cementerio Gran Cañón a 37 metros sobre el nivel del mar.

La aldea Tenedores se encuentra ubicada dentro de las coordenadas: 15° 34' 30,32" norte, 88° 37' 39,96" oeste; mientras que la aldea Cementerio Gran Cañón tiene las coordenadas 15° 26' 26,2" norte, 88° 57' 07,5" oeste.

1.1.2. Accesos y comunidades

La aldea Tenedores está a 270 kilómetros de la ciudad capital y Cementerio Gran Cañón a 222 kilómetros de la ciudad capital. Para llegar a las dos aldeas se debe tomar la carretera CA-9. Sobre el kilómetro 270 está el desvío para la aldea Tenedores, y sobre el km 222 está la aldea Cementerio Gran Cañón.

Tanto la aldea Tenedores como la de Cementerio Gran Cañón, cuentan con infraestructura vial. Las calles y caminos son de terracería en su mayoría y carecen de cunetas, drenajes transversales y mantenimiento periódico.

Figura 1. Localización aldea Tenedores en mapa 1: 50 000



Fuente: Instituto Geográfico Nacional (IGN).

Figura 2. **Localización aldea Cementerio Gran Cañón en mapa 1:50 000**



Fuente: Instituto Geográfico Nacional (IGN).

1.1.2.1. Servicio de transporte público

Los pobladores, tanto de la aldea Tenedores como de Cementerio Gran Cañón, utilizan microbuses para trasladarse hacia el casco urbano del municipio de Morales. El servicio tiene un horario de 7:00 a 17:30 horas.

Los pobladores de las aldeas anteriormente mencionadas, también tienen acceso a transporte público para viajar hacia la cabecera de Puerto Barrios y Río Dulce. Los vehículos utilizados para estos viajes son buses y microbuses.

El traslado hacia aldeas lejanas del casco urbano se hace mediante picop y vehículos de doble tracción.

1.1.2.2. Comunidades

El municipio de Morales cuenta con 242 comunidades las cuales se describen en la tabla I.

Tabla I. Comunidades de Morales, Izabal

No.	Comunidad	Categoría	No.	Comunidad	Categoría
1	Morales	Pueblo	8	La Barranca	Caserío
2	Agua Caliente	Caserío	9	Benque El Amatillo	Caserío
3	Los Andes	Aldea	10	Buenos Aires	Caserío
4	Las Ánimas	Hacienda	11	Campamento Tenedores	Caserío
5	Las Ánimas	Caserío	12	La Casimira	Caserío
6	Apantes	Caserío	13	Castañal	Caserío
7	Arapahoe Viejo	Caserío	14	Cayuga	Aldea
No.	Comunidad	Categoría	No.	Comunidad	Categoría
15	Cedrito Milla 7	Caserío	29	Cumbre San Fernando	Caserío
16	El Cedro	Caserío	30	Cumbre La Sierra Abajo	Aldea
17	La Ceiba	Caserío	31	Darmouth	Caserío
18	La Ceibita	Caserío	32	Las Delicias	Caserío
19	Los Cerritos	Caserío	33	Las Delicias	Finca
20	Cerro Azul	Caserío	34	La Esperanza Playitas	Caserío
21	Champona	Aldea	35	Estación Tenedores	Caserío
22	Cimarrón	Aldea	36	Gran Cañon	Caserío
23	Creek Pablo	Caserío	37	Guaytan	Caserío
24	Cruce de Cayuga	Caserío	38	Cumbre Las Jaras	Caserío
25	Cruce de Champona	Caserío	39	Juyamá	Caserío
26	Cruce Picuatz	Caserío	40	La 20	Finca
27	Cucharas	Caserío	41	La 52	Caserío
28	Cumbre Fría	Caserío	42	La Libertad	Aldea
No.	Comunidad	Categoría	No.	Comunidad	Categoría
43	Malcotaes	Caserío	57	El Playón	Caserío
44	Mojaca	Caserío	58	Las Pozas	Caserío
45	Mojanales	Caserío	59	Pueblo Nuevo Playitas	Caserío
46	El Naranjito	Caserío	60	Punta de Rieles	Caserío
47	Navajoa	Caserío	60	Quebrada Grande(Ruta)	Caserío
48	Nueva Esperanza	Caserío	62	Quebrada Grande (Cerritos)	Caserío
49	Nuevo Edén	Caserío	63	Quebradas	Finca
50	Los Andes II	Caserío	64	Quinto	Caserío
51	Oneida	Caserío	65	Rancho Grande	Caserío
52	Pata Renca	Caserío	66	Riachuelo	Caserío
53	Pedraera Playitas	Caserío	67	Río Blanco	Caserío

Continuación de la tabla I.

54	Peñitas	Caserío	68	Río Negro	Caserío
55	Picuatzt	Caserío	69	El Rosario	Caserío
56	Playitas	Aldea	70	Rosario El Choco	Caserío
No.	Comunidad	Categoría	No.	Comunidad	Categoría
71	La Ruidosa	Caserío	86	Satelite	Caserío
72	San Fernando	Caserío	87	Shanne	Finca
73	San Francisco II	Finca	88	Sinaí	Caserío
74	San Francisco Milla 45	Caserío	89	Sioux	Caserío
75	San Joaquín	Caserío	90	Tenedores	Aldea
76	San José El Encantado	Caserío	91	Tope de La Sierra	Caserío
77	Santa Cruz El Cerro	Caserío	92	Totoposte Milla 6	Caserío
78	San José El Rosario	Caserío	93	Tres Pinos	Caserío
79	San Marcos	Caserío	94	Valle Nuevo	Caserío
80	San Miguel El Choco	Caserío	95	La Vegona	Caserío
81	San Pedro La Vegona	Caserío	96	Veguitas	Caserío
82	Santa Elena	Caserío	97	Veracruz Bañaderos	Caserío
83	Santa Marta	Caserío	98	Virginia	Aldea
84	Santa Rosa Las Flores	Caserío	99	Vitales	Caserío
85	Santa Rosita	Caserío	100	Zaragoza	Caserío
No.	Comunidad	Categoría	No.	Comunidad	Categoría
101	Agua Blanca	Caserío	116	Cumbre San Juancito	Caserío
102	Amatillo Abajo	Caserío	117	Cumbre El Rosario	Caserío
103	Brisas del Norte	Caserío	118	Cumbre Las Flores	Caserío
104	Buena Vista	Caserío	119	Cumbre Sierra Arriba	Caserío
105	Calle 20 La Presa	Caserío	120	Dulce Nombre	Caserío
106	Centro Administrativo Navajoa	Caserío	121	La Nueva Esperanza R/D	Caserío
107	Cheyene	Finca	122	Las Flores Playitas	Caserío
108	La Chiclera	Caserío	123	Los Laureles	Caserío
109	Coroza	Caserío	124	Los Limones	Caserío
110	Creek Negro	Caserío	125	El Manguito	Caserío
111	Creek Zarco	Caserío	126	Manzanal	Caserío

Continuación de la tabla I.

112	Cruce de Virginia	Caserío	127	Mirador Las Quebradas	Caserío
113	Las Cruces	Caserío	128	Mirasol	Caserío
114	Cumbre De Río Blanco	Caserío	129	Mojanales II	Caserío
115	Cumbre San Agustín	Caserío	130	El Mojón	Caserío
No.	Comunidad	Categoría	No.	Comunidad	Categoría
131	Monte Sión	Caserío	145	San Francisco Champona	Caserío
132	Negro Norte Arriba	Caserío	146	San Francisco De Asís	Caserío
133	Las Nubes	Caserío	147	San Isidro El Choco	Caserío
134	Nueva Concepción	Caserío	148	San Juancito	Caserío
135	Nueva Esperanza Río Negro	Caserío	149	San Miguel El Encantado	Caserío
136	Nueva Unión Santa Clara	Caserío	150	San Miguelito	Caserío
137	Nueva Virginia	Caserío	151	San Pedro El Horizonte	Caserío
138	Parcelas	Caserío	152	San Rafael	Caserío
139	Piedras de Sangre	Caserío	153	Seneca Milla 38	Caserío
140	Pimienta	Caserío	154	Swicht Quebradas	Caserío
141	Poza del Chino San Francisco	Caserío	155	Tepemechines	Caserío
142	Quebrada de La Sierra	Caserío	156	Vegona Río Negro	Finca
143	Quetzal	Caserío	157	Vigia	Caserío
144	San Antonio El Encantado	Caserío	158	York	Caserío
No.	Comunidad	Categoría	No.	Comunidad	Categoría
159	Zompopo	Caserío	175	Santa Rosa	Caserío
160	San Gil	Caserío	176	San Marcos	Finca
161	Bananera	Finca	177	Tikal	Finca
162	Paraíso	Finca	178	El Triángulo	Finca
163	Corralitos	Finca	179	El Sendero	Finca
164	Puente Bruno	Caserío	180	Zaculeu	Finca
165	Omagua I	Caserío	181	La Francia	Finca
166	Omagua II	Caserío	182	Los Chicleros	Caserío
167	Los Ivoy	Caserío	183	Macho Creek	Caserío
168	La Treintinueve	Caserío	184	Alejandrina	Finca
169	Milla 37	Caserío	185	Hermana Patricia	Colonia

Continuación de la tabla I.

170	Montecristo	Finca	186	Bacadilla	Caserío
171	Onandega	Finca	187	Brasilia	Finca
172	Puente Virginia	Caserío	188	Cuarenticinco	Finca
173	Rio Chiquito	Caserío	189	El Carmen	Hacienda
174	Santa Sofía	Paraje	190	El Salto	Caserío
No.	Comunidad	Categoría	No.	Comunidad	Categoría
191	La Esperanza II	Finca	207	Río Frío	Finca
192	La Esmeralda	Caserío	208	Los Cipreses	Caserío
193	Las Marías	Caserío	209	Grano de Oro	Finca
194	Milla Treintidos	Caserío	210	La Gloria	Finca
195	El Mitchal	Caserío	211	Quebrada La Ruidosa	Finca
196	Libia	Finca	212	Cumbre de San José	Caserío
197	San Francisco	Caserío	213	San Mateo	Caserío
198	San Gabriel	Caserío	214	Loma Linda	Caserío
199	San Juan del Río	Caserío	215	San Miguel	Caserío
200	Santa Teresa	Caserío	216	El Rejón	Finca
201	Valencia	Finca	217	Cortés	Finca
202	Valle de Jesús	Caserío	218	Mayela	Hacienda
203	Xibalbá	Hacienda	219	Los Potrillos	Finca
204	Playa de Arapahoe	Finca	220	San Lucas	Finca
205	Palestina	Caserío	221	San Francisco	Caserío
206	Paracela 20	Caserío	222	Negro Norte Abajo	Caserío
No.	Comunidad	Categoría	No.	Comunidad	Categoría
223	Las Palmeras	Finca	233	Panorama	Caserío
224	Cerro Buena Vista	Caserío	234	Mopa	Caserío
225	San Francisco de Asís	Aldea	236	Lanquín I	Caserío
226	Cumbre La Vegona	Caserío	237	Lanquín II	Caserío
227	Cajon del Río	Caserío	238	Navajoa Estación	Caserío
228	Dublín	Caserío	239	El Amatillo Arriba	Caserío
229	El Atlántico	Caserío	240	El Benque	Caserío
230	Barcelona	Caserío	241	Rancho San Felipe	Paraje
231	El Real	Caserío	242	Las Flores	Caserío
232	Trinitaria	Caserío			

Fuente: Dirección Municipal de Planificación, Municipalidad de Morales, Izabal.

1.1.3. Topografía

El municipio de Morales tiene un territorio de 1 295 kilómetros cuadrados que representa el 14,33 por ciento de la extensión territorial total departamental, y está situado en la región nororiente de la República de Guatemala.

El casco urbano del municipio está a una altitud aproximada de 50 metros sobre el nivel del mar. La aldea Tenedores se encuentra a una altitud que varía entre 60 y 35 metros sobre el nivel del mar, mientras que la aldea Cementerio Gran Cañón posee alturas entre 100 y 50 metros sobre el nivel del mar.

1.1.4. Población

Para el censo realizado en 1994, la población del municipio era de 67 668 habitantes. El realizado en el 2002, la población del municipio era de 85 469 habitantes, por lo que se tiene una tasa de crecimiento de 2,5 por ciento anual. El último censo se llevó a cabo en el 2009 y se obtuvo los siguientes resultados:

Tabla II. Población por sexo

Hombres	53 618
Mujeres	51 617
Total	105 235

Fuente: Dirección Municipal de Planificación, Municipalidad de Morales, Izabal.

La densidad de población en el 2009 es de 82 habitantes por kilómetro cuadrado.

La aldea Tenedores tiene una población de 2 200 habitantes, donde el 90 por ciento son mestizos y el 10 por ciento indígenas; 1 050 son hombres y 1 150 son mujeres.

1.1.5. Actividades económicas

La economía en el municipio de Morales está ligada al comercio de banano, maíz, frijol, piña, cardamomo, café, toronja, plátano, hule, palma africana y aguacate. Existen también empresas fabricantes de productos de cartón, industrias madereras y ganadería.

En la aldea Tenedores la población se dedica a la extracción de arena de río, albañilería y a la agricultura y la aldea Cementerio Gran Cañón a la agricultura, ganadería y albañilería.

1.1.5.1. Agricultura

El producto de mayor cosecha es el banano. La mayoría de la producción es exportada a otros países y departamentos de Guatemala. Pequeños porcentajes de la producción son vendidos en mercados locales.

También se cosecha maíz, frijol, piña, cardamomo, café, toronja, plátano, hule, palma africana y aguacate. A excepción de la palma africana, los productos anteriormente mencionados son utilizados para consumo local, mientras que la palma africana se emplea como materia prima para la fabricación de aceites.

1.1.5.2. Ganadería

Existen fincas cercanas al casco urbano, las cuales están dedicadas a la crianza de ganado bovino para la producción de carne, leche y sus derivados. A menor escala, se practica la crianza de ganado porcino.

En las aldeas Tenedores y Cementerio Gran Cañón, las familias producen productos a menor escala y, por lo general son utilizados para el autoconsumo.

1.1.5.3. Industria

En el casco urbano existe una fábrica dedicada a la producción de cartón, el cual es utilizado para hacer cajas. Esta genera empleos y es una fuente de ingresos y desarrollo para el municipio.

1.1.6. Aspectos climáticos

La temperatura media varía entre 25,8 y 27,2 grados Celsius. La temperatura máxima promedio es de 30,5 grados Celsius y la temperatura mínima promedio es de 14,1 grados Celsius. Se tiene una precipitación anual entre 2 513 y 4 275 milímetros.

Los datos anteriormente presentados fueron obtenidos de la estación meteorológica de la base militar del municipio de Puerto Barrios, debido a que el municipio de Morales no cuenta con una estación meteorológica.

1.2. Principales necesidades de la población

La Municipalidad de Morales ha realizado estudios e investigaciones para determinar las principales necesidades de la población, a continuación se presentan las identificadas.

1.2.1. Descripción de las necesidades

De acuerdo a la información obtenida por parte de la Municipalidad de Morales se clasificaron las necesidades de la población en tres áreas: de salud, de educación y de infraestructura física.

1.2.1.1. Área de salud

El municipio posee dos centros de Salud, uno tipo A ubicado en Morales y el otro tipo B ubicado en Navajoa. La aldea Cementerio Gran Cañón cuenta con un puesto de Salud atendido por un médico cubano.

Actualmente se está construyendo un Centro de Atención Permanente (CAP), con el cual se pretende satisfacer las necesidades de la población en relación al tema de atención hospitalaria.

1.2.1.2. Área de educación

La cantidad de edificios escolares en el casco urbano sí satisface las necesidades de la población. Pero en la mayoría se deben hacer reparaciones y reemplazar el mobiliario y equipo.

En las zonas rurales, la demanda de educación es alta. En muchas comunidades se debe ampliar y mejorar los centros educativos que actualmente existen.

1.2.1.3. Área de infraestructura física

Existe la necesidad de construir puentes para comunicar aldeas, ya que estas se encuentran lejos del casco urbano. Es necesario mejorar carreteras, construir alcantarillados para zonas rurales y sistemas de agua potable.

1.2.2. Priorización de necesidades

La aldea Tenedores cuenta con una carretera en malas condiciones, lo cual dificulta la movilización de vehículos de dicha aldea para el casco urbano. Por lo tanto, se tiene como prioridad el mejoramiento y la ampliación de la carretera que la une con la carretera CA-9.

La aldea Cementerio Gran Cañón no cuenta con agua potable, por lo que sus pobladores deben obtener este vital líquido, por medio de acarreo desde un río hasta sus viviendas, por esta razón, se estableció como prioridad la construcción de un sistema de agua potable que pueda satisfacer la necesidad de este servicio en la aldea.

2. AMPLIACIÓN Y MEJORAMIENTO DE CARRETERA PARA LA ALDEA TENEDORES, MORALES, IZABAL

2.1. Descripción del proyecto a desarrollar

El proyecto es el diseño de la ampliación y mejoramiento del tramo carretero que conduce a la aldea Tenedores, del municipio de Morales, Izabal. La carretera tiene una longitud de 3 328 metros. La carpeta de rodadura será de balasto y tendrá un ancho promedio de 5,5 metros. También se hará el diseño para cunetas y drenajes transversales.

El lugar donde se ubica la aldea es montañoso. Debido a la topografía del lugar, y a la cantidad de vehículos que transitan por la zona, se diseñará la carretera para una sección típica F, utilizando las *Especificaciones Generales para la Construcción de Carreteras y Puentes*, de la Dirección General de Caminos (DGC).

2.2. Especificaciones

Como parámetros de diseño se tomaron el Manual Centroamericano para Diseño de Pavimentos SIECA, el libro de *Especificaciones Generales para la Construcción de Carreteras y Puentes* de la Dirección General de Caminos (DGC) y algunos criterios de la Asociación Americana de Funcionarios de Carreteras Estatales y Transporte, por sus siglas en inglés AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials).

Para determinar el diseño y tipo de carretera, se utilizaron como parámetros de diseño el tránsito promedio diario (TPD), la topografía de la zona donde se encuentra la carretera y el tipo de vehículo que circulará por la carretera. Con la tabla que se muestra a continuación se determinaron las características geométricas de la carretera.

Tabla III. **Características geométricas de una carretera**

T.P.D.	CARRETERA	VELOCIDAD DE DISEÑO (K.P.H)	ANCHO DE CALZADA (Mts)	DERECHO DE VÍA (Mts)	RADIO MÍNIMO (Mts)	PENDIENTE MÁXIMA (Mts)
3 000 A 5 000	TIPO "A"		2 x 7,20	50		
	REGIONES					
	LLANAS	100			375	3
	ONDULADAS	80			225	4
	MONTAÑOSAS	60			110	5
1 500 A 3 000	TIPO "B"		7,20	25		
	REGIONES					
	LLANAS	80			225	6
	ONDULADAS	60			110	7
	MONTAÑOSAS	40			47	8
900 A 1 500	TIPO "C"		6,50	25		
	REGIONES					
	LLANAS	80			225	6
	ONDULADAS	60			110	7
	MONTAÑOSAS	40			47	8
500 A 900	TIPO "D"		6,00	25		
	REGIONES					
	LLANAS	80			225	6
	ONDULADAS	60			110	7
	MONTAÑOSAS	40			47	8
100 A 500	TIPO "E"		5,50	25		
	REGIONES					
	LLANAS	50			75	8
	ONDULADAS	40			47	9
	MONTAÑOSAS	30			30	10
10 A 100	TIPO "F"		5,50	15		
	REGIONES					
	LLANAS	40			47	10
	ONDULADAS	30			30	12
	MONTAÑOSAS	20			18	14

Fuente: Dirección General de Caminos.

Se realizaron conteos vehiculares en la carretera durante varios días y a diferentes horas, por lo que se obtuvo el promedio de vehículos que transitan en este sector. El tránsito promedio diario fue de 43 vehículos, razón por la cual se hará el diseño de la carretera siguiendo los parámetros de la sección típica “F” y en una región montañosa.

Para el diseño de la carretera se utilizó el software computacional AutoCAD Civil 3D 2015. En el programa se tabularon los parámetros necesarios para el diseño y se verificó que los resultados obtenidos cumplieran con las Especificaciones de la Dirección General de Caminos.

2.3. Levantamiento topográfico

Proporciona los datos acerca de la superficie en la cual se construirá la carretera. En un levantamiento topográfico se miden distancias, elevaciones y direcciones, las cuales sirven para el diseño geométrico de la carretera.

Para el levantamiento topográfico efectuado en la aldea Tenedores fue necesario hacer uso de una estación total, trípode, prisma, trompos, machetes y un marcador. Como el equipo utilizado fue una estación total, por medio de coordenadas geográficas se obtuvo la libreta topográfica.

2.3.1. Planimetría

Consiste en obtener las características horizontales de la superficie. Se miden las distancias horizontales y los ángulos que definen la ruta preliminar.

Con la planimetría se representan los puntos por donde va a pasar la carretera y se definen los accidentes geográficos que pueden afectar el diseño de la carretera.

2.3.2. Altimetría

Consiste en obtener las elevaciones o alturas de cada punto respecto a un plano de referencia. Con la altimetría se obtiene la representación en relieve del terreno.

2.4. Estudio de suelos

Tiene como finalidad obtener las características físicas y propiedades mecánicas de un suelo. Para el diseño de una carretera es importante conocer la composición del suelo en sus diferentes estratos y los asentamientos que sufre en relación a la carga que deberá soportar.

La propuesta para esta carretera es colocar una capa protectora de balasto sobre la subrasante, por lo que los estudios de suelo que se deben realizar son:

- Granulometría: consiste en determinar la cantidad en porcentaje de los diversos tamaños de las partículas que constituyen los suelos. Para clasificar los tamaños de las partículas se puede utilizar el método de tamices. Según los porcentajes de finos y grava que tiene un suelo, se pueden clasificar y nombrar. Para clasificar un suelo se puede utilizar el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (CSU) y el Sistema de Clasificación de la AASHTO.

- Límites de Atterberg: con este ensayo se determina el comportamiento del suelo cuando está en contacto con el agua o humedad. Cada límite se define por la variación de humedad que produce una consistencia determinada en el suelo.
 - Límite líquido: está definido como el contenido de humedad en la cual una muestra de suelo se encuentra entre el estado plástico, para pasar al estado líquido.
 - Límite plástico: se define como el contenido de humedad en el cual una muestra de suelo se encuentra entre el estado semisólido y el estado plástico. Para medir esta propiedad se hace un cilindro de un diámetro aproximado de tres milímetros con la palma de la mano, el procedimiento se repite hasta que se agriete el cilindro y ya no sea posible moldear un cilindro con las mismas dimensiones.
 - Índice de plasticidad: es la diferencia entre el límite líquido y el plástico. Este parámetro relaciona la manejabilidad de un suelo con la cantidad y tipo de arcilla que contenga. El índice de plasticidad depende generalmente, de la cantidad de arcilla en el suelo.

$$IP = LL - LP$$

Donde:

IP = índice de plasticidad

LL = límite líquido

LP = límite plástico

Si

I.P = 0, es un suelo no plástico

I.P entre 0 y 7, es un suelo de baja plasticidad

I.P entre 7 y 17, es un suelo de mediana plasticidad

I.P mayor de 17, es un suelo altamente plástico

- **Peso unitario suelto (PUS):** en este estudio se establece la relación entre el peso y el volumen de un material. Se hace dejando caer el material libremente en un recipiente de volumen conocido, posteriormente se pesa el material y se calcula el peso unitario del material.
- **Proctor modificado:** con este estudio se determina la humedad óptima de la muestra, la densidad máxima seca y las características de compactación. Para alcanzar la densidad máxima, es necesario que la masa del suelo tenga una humedad determinada, la que se conoce como humedad óptima. Cuando el suelo alcanza su densidad máxima se reducen los vacíos y la capacidad de absorber humedad. También se aumenta la capacidad del suelo para soportar cargas mayores.
- **CBR valor soporte:** el objetivo de este ensayo es determinar la capacidad soporte de un suelo, cuando el suelo posee una humedad óptima y niveles de compactación variables. Lo que mide el ensayo es la resistencia al corte bajo condiciones de humedad y densidad controladas, con lo que se obtiene el porcentaje de la relación soporte.

El porcentaje de la relación soporte expresa el esfuerzo requerido para hacer penetrar un pistón a una profundidad determinada, de una muestra compactada de suelo con un contenido de humedad y densidad dadas, con respecto a la fuerza necesaria para que el mismo pistón penetre a esa misma profundidad y con igual velocidad, una probeta con una muestra estándar de material triturado.

2.4.1. Subrasante

Para la subrasante se obtuvieron los siguientes resultados:

Porcentaje de grava = 0,04 %

Porcentaje de arena = 76,88 %

Porcentaje de finos = 23,08 %

La clasificación del suelo = A-2-4

Límite líquido = no presenta

Índice de plasticidad = no presenta

Peso unitario suelto = 1 005,47 kg/m³

Humedad óptima = 37,50 %

CBR al 94 % = 24,52 %

Por el porcentaje de arena, el suelo es una arena limosa color beige. Para determinar si es un material apto para la subrasante se clasifica el material como se indica en la tabla III:

Tabla IV. **Clasificación de materiales según su CBR**

No. de CBR	Clasificación general	Usos
0-3	Muy pobre	Subrasante
3-7	Pobre A regular	Subrasante
7-20	Regular	Subbase
20-50	Bueno	Base, Subbase
> 50	Excelente	Base

Fuente: BOWLES, Joseph E. *Manual de laboratorio de suelos en ingeniería civil*. p. 191.

Para la muestra de material, se obtuvo un valor de CBR de 24,52, por lo que se clasifica el material como bueno y tiene un uso para base o subbase.

2.4.2. Balasto

Para el balasto se obtuvieron los siguientes resultados:

Porcentaje de grava = 72,92 %

Porcentaje de arena = 22,44 %

Porcentaje de finos = 4,64 %

La clasificación del suelo = A-1-a

Límite líquido = 25%

Índice de plasticidad = 5,5 %

Peso unitario suelto = 1 794,25 kg/m³

Humedad óptima = 7,96 %

El suelo es una grava arenosa color café grisáceo. El balasto cumple con las especificaciones de la sección 209 de las Especificaciones Generales para la Construcción de Carreteras y Puentes, de la Dirección General de Caminos (DGC).

En los anexos se encuentran los resultados obtenidos en el estudio de suelos, tanto para la subrasante como para el balasto.

2.5. Diseño geométrico de la carretera

Consiste en diseñar y trazar la línea central de la carretera. Para el trazo de la línea central se deben tomar en cuenta muchos factores, entre ellos están: la topografía del terreno, la geología y tipo de suelos por donde pasará la

carretera, la hidrología de la región, accidentes geográficos cercanos al terreno por donde pasará la carretera e infraestructura cercana a la carretera.

Con el diseño geométrico se definen tanto el eje en planta como en perfil, por lo que se deben realizar alineamientos horizontales y verticales.

2.5.1. Diseño del alineamiento horizontal

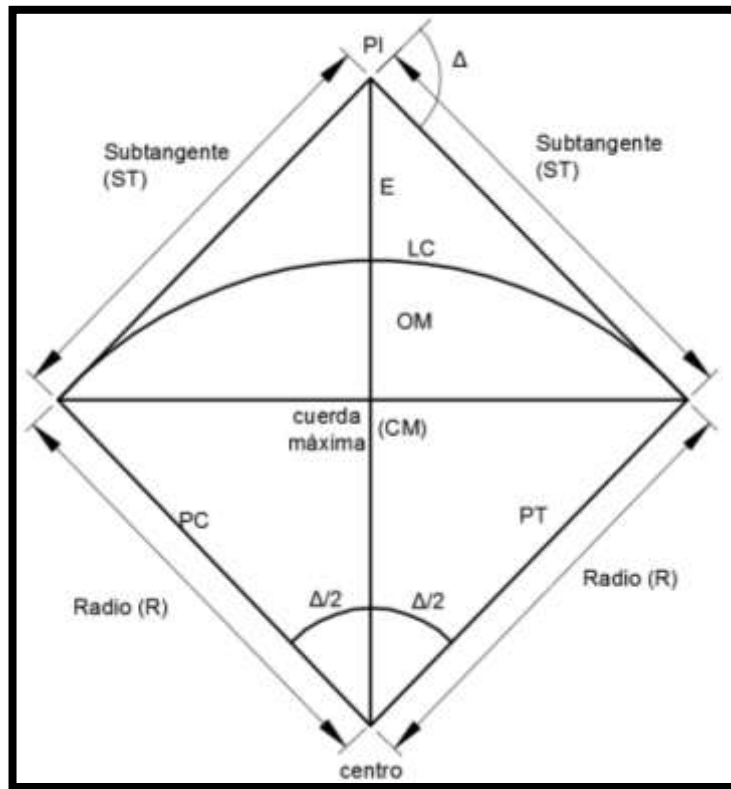
Es el diseño de la carretera horizontalmente, se calculan tangentes o rectas, y las curvas que unirán dichas rectas. El diseño horizontal deberá cumplir con las Normas establecidas por la Dirección General de Caminos (DGC).

2.5.1.1. Curvas horizontales

Son segmentos de circunferencia que sirven para unir dos rectas consecutivas. Para el cálculo de los elementos de curvas horizontales es necesario conocer las deflexiones entre tangentes (Δ) y el grado de curvatura (G).

El grado de curvatura de una curva depende la velocidad de diseño de la carretera. Mientras mayor sea la velocidad de diseño de la carretera menor será el grado de curvatura de la curva. A continuación, en la figura 3 se presentan los otros elementos que forman parte de una curva horizontal simple.

Figura 3. **Elementos de una curva circular simple**



Fuente: elaboración propia, con programa AutoCAD 2015.

En la figura 3 se puede apreciar los siguientes elementos:

- Subtangente (St)
- Delta (Δ)
- External (E)
- Longitud de curva (LC)
- Cuerda máxima (Cm)
- Principio de curva (PC)
- Principio de tangente (PT)

- Ordenada media (OM)
 - Radio (R)
 - Centro de curva
 - Punto de intersección (PI)
-
- Grado de curvatura: es el ángulo central que subtiende un arco de circunferencia de 20 metros de longitud.

$$G = 1\,145,9156 / R$$
 - Subtangente: es la distancia entre el principio de curva (PC) y el punto de intersección (PI) o la distancia entre el punto de intersección (PI) y el principio de tangente (PT).

$$St = R * \tan (\Delta/2)$$
 - External: distancia entre el punto de intersección (PI) y el arco de la curva, intersecta la curva exactamente en el centro.

$$E = R * [\sec (\Delta/2) - 1]$$
 - Longitud de curva: distancia total del arco o de la curva, inicia en el PC y termina en el PT.

$$Lc = (20 * \Delta) / G$$
 - Cuerda máxima: distancia en línea recta desde el PC hasta el PT.

$$CM = 2 * R * \sen (\Delta/2)$$
 - Ordenada media: distancia dentro del punto medio de la curva y el punto medio de la cuerda máxima.

$$OM = R * (1 - \cos (\Delta/2))$$

2.5.1.2. Sobreancho

Es el ancho adicional que se da a la curvas con el objetivo de que, los vehículos no se salgan de la carretera. Para calcular el sobreancho es importante conocer el tipo de vehículo que transitará en la carretera.

$$Sa = n \left(R - \sqrt{R^2 - L^2} \right) + \frac{V}{10\sqrt{R}}$$

Donde:

Sa = sobreancho

n = número de carriles

R = radio de la curva

L = longitud de la parte frontal a la posterior del vehículo (largo del vehículo)

V = velocidad de diseño

2.5.1.3. Peralte

Es la pendiente transversal que se coloca en las curvas de la carretera para poder contrarrestar la fuerza centrífuga ejercida por los vehículos en las curvas.

$$e = (V^2 / (127 * R)) - Cr$$

Donde:

e = peralte

V = velocidad

R = radio

Cr = coeficiente de rozamiento

2.5.1.4. Curvas de transición

La sección transversal de la carretera sobre un alineamiento recto tiene una inclinación llamada bombeo, el cual facilita el drenaje o escurrimiento del agua de lluvia. El valor del bombeo dependerá del tipo de superficie y de la intensidad de las lluvias en la zona del proyecto, variando del 1 al 4 por ciento.

Asimismo, la sección transversal de la calzada sobre un alineamiento curvo tendrá una inclinación asociada al peralte, el cual tiene por objetivo facilitar el desplazamiento seguro de los vehículos sin peligros de deslizamientos.

Las curvas de transición son curvas que se utilizan para hacer el cambio de pendiente de una sección transversal con bombeo a una sección transversal con peralte. La función de la curva de transición es hacer el cambio de pendiente de una forma gradual a lo largo de la curva.

Para obtener la longitud de la curva de transición se pueden utilizar varios métodos. Si se toma en cuenta la variación de la aceleración centrífuga, se puede deducir una fórmula en función de la velocidad de diseño y del radio de la curva circular.

Para calcular la longitud de curva de transición se puede utilizar la siguiente fórmula:

- Fórmula de Barnett, deducida de la fórmula de Euler

$$L_t = V^3 / 28 R$$

Donde:

Lt = longitud de curva de transición (m)

V = velocidad de diseño (kph)

R = radio de la curva circular (m)

A continuación se presentan los cálculos para obtener los elementos geométricos de la curva 1.

Datos:

Delta (Δ) = 28,9825 grados

Radio = 56,26 metros

Grado de curvatura

$$G = 1\,145,9156 / R = 1\,145,9156 / 56,26 = 20,37 \text{ m}$$

Longitud de curva

$$L_c = (20 * \Delta) / G = (20 * 28,9825) / 20,37 = 28,46 \text{ m}$$

Subtangente

$$St = R * \tan (\Delta/2) = 56,26 * \tan (28,9825 / 2) = 14,51 \text{ m}$$

Cuerda máxima

$$CM = 2 * R * \sin (\Delta/2) = 2 * 56,26 * \sin (28,9825 / 2) = 28,16 \text{ m}$$

External

$$E = R * [\sec (\Delta/2) - 1] = 56,26 * [\sec (28,9825 / 2) - 1] = 1,85 \text{ m}$$

Ordenada media

$$OM = R * (1 - \cos (\Delta/2)) = 56,26 * (1 - \cos (28,9825 / 2)) = 1,79 \text{ m}$$

Sobreancho

$$S_a = n \left(R - \sqrt{R^2 - L^2} \right) + \frac{V}{10\sqrt{R}} = \left(56,26 - \sqrt{56,26^2 - 8^2} \right) + \frac{20}{10\sqrt{56,26}} = 0,84 \text{ m}$$

Peralte

$$e = (V^2 / (127 * R)) - Cr = (40^2 / 127 * 56,26) - 0.3 = 176,89 / 100 = 1,77 \%$$

Longitud de curva de transición

$$L_t = V^3 / 28 R = 20^3 / (28 * 56,26) = 5,08 \text{ m}$$

Los datos calculados de las otras curvas horizontales se encuentran tabulados en el apéndice.

2.5.2. Diseño del alineamiento vertical

El alineamiento vertical de una carretera es la proyección del eje real de la vía sobre una superficie vertical paralela al mismo. Debido al paralelismo, dicha proyección mostrará la longitud real del eje de la vía.

Al igual que el diseño horizontal, el eje del alineamiento vertical está constituido por una serie de tramos rectos denominados tangentes verticales, enlazados entre sí por curvas verticales. El alineamiento a proyectar estará en directa correlación con la topografía del terreno natural.

Las pendientes del alineamiento vertical dependen tanto de la velocidad de diseño como del tipo de carretera y topografía del terreno. Para el diseño de la carretera para la aldea Tenedores se ha utilizado como pendiente máxima 14 por ciento, de acuerdo a los datos de la tabla II.

Para el diseño de las curvas verticales deben tomarse en cuenta factores de seguridad, comodidad, apariencia y drenaje. Las curvas verticales pueden

diseñarse circular o parabólicamente. Por facilidad de cálculo y mejor adaptación a las condiciones topográficas, la Dirección General de Caminos recomienda diseñar las curvas verticales con el método de la parábola simple.

Para poder diseñar el alineamiento vertical es necesario conocer primero la subrasante de la carretera.

2.5.2.1. Subrasante

Es la línea trazada en el perfil que define las zonas de corte y de relleno. Sobre la subrasante se coloca la subbase, la base y la carpeta de rodadura. Para el proyecto de ampliación y mejoramiento de la carretera para la aldea Tenedores se colocará solamente una capa de balasto sobre la subrasante, la cual servirá como carpeta de rodadura y, también será una capa protectora para la subrasante.

Como la subrasante existente no está en buenas condiciones, será necesario reacondicionarla, según las indicaciones de las Especificaciones Generales para Construcción de Carreteras y Puentes. Las cuales dicen que para mejorar las condiciones de la subrasante se deberán hacer cortes y rellenos con un espesor no mayor a 200 milímetros, esto se hace con el objetivo de homogenizar, escarificar, conformar y compactar la subrasante existente.

Un factor que influye grandemente en el trazo de la subrasante es el costo del movimiento de tierras. Para economizar en este aspecto, es importante tratar de trazar la línea de la subrasante lo más cercano a la línea del terreno natural.

Otro factor que influye en el trazado de la subrasante es la pendiente que se colocará en cada tangente. A continuación se profundiza a cerca de las pendientes que son aceptables para el diseño de una carretera tipo “F”.

Finalmente, se deberán de seleccionar los materiales que conformarán la subrasante. Habrán de ser suelos de preferencia granulares con menos de 3 por ciento de hinchamiento, de acuerdo con el ensayo AASHTO T 193 (CBR). No se debe colocar material con compuestos orgánicos, texturas fibrosas y olores a podredumbre. Es importante que el material que se coloque no debe de tener características inferiores a los suelos que se encuentran en el tramo o sección que se está reacondicionando.

2.5.2.2. Pendientes

Las pendientes dependen del terreno, para economizar en movimientos de tierra se tratará de seguir la pendiente del terreno, siempre respetando los siguientes valores máximos y mínimos.

La pendiente mínima será con la que sea posible drenar el agua de lluvia de la carretera eficientemente. Para este proyecto la pendiente mínima será de 0,5 por ciento.

La pendiente máxima para el proyecto es de 14 por ciento, de acuerdo a las Especificaciones de la Dirección General de Caminos.

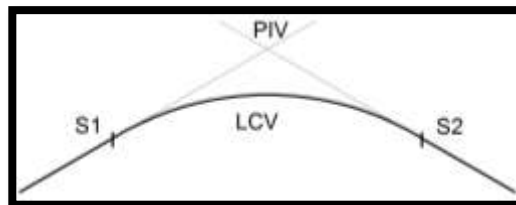
Según la dirección de las pendientes, pueden clasificarse en positivas y negativas. Las positivas son las que generan un cambio de altura positivo, es decir, la altura va aumentando con respecto a puntos de referencia anteriores.

Por el contrario, las pendientes negativas disminuyen la elevación con respecto a puntos anteriores.

2.5.2.3. Curvas verticales

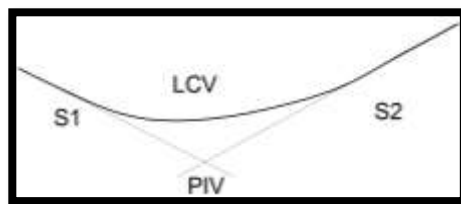
Después de definir las tangentes en el alineamiento vertical, se procede a calcular las curvas verticales que unirán dos tangentes consecutivas. Como pueden existir cambios de pendientes de positivo a negativo y viceversa, existen curvas verticales cóncavas y convexas. Las convexas se originan por un cambio de pendiente de positivo a negativo, mientras que las cóncavas de un cambio de pendiente de negativo a positivo.

Figura 4. **Curva vertical convexa**



Fuente: elaboración propia, con programa AutoCAD 2015.

Figura 5. **Curva vertical cóncava**



Fuente: elaboración propia, con programa AutoCAD 2015.

Para determinar la longitud de curvas se utilizan los siguientes criterios:

- Criterio de seguridad

Las longitudes mínimas de las curvas verticales convexas y cóncavas, además de ser suficientes para producir la variación gradual de la pendiente desde su tangente de entrada hasta su tangente de salida, sin que se generen cambios bruscos de curvatura, deberán satisfacer los requisitos de visibilidad de parada.

$$LCV = K * A$$

Donde:

LCV = longitud mínima de curva vertical

K = constante que depende de las distancias de visibilidad y de las características geométricas de la curva.

A = diferencia de pendientes

El valor de k se obtiene determinando la velocidad de diseño de la carretera y por la forma de la curva vertical. En la tabla IV se muestran los valores de K para ciertas velocidades de diseño.

Tabla V. **Valor de constante K para curvas verticales**

Velocidad de diseño (km/h)	Valor de K	
	Cóncavas	Convexas
20	2	1
30	9	2
40	9	4
50	13	7
60	18	11
70	23	17
80	30	26
90	38	39
100	45	52
110	55	74
120	63	95
130	73	124

Fuente: MORALES SOSA, Hugo Andrés. *Ingeniería vial I*. p. 132.

Para el alineamiento vertical de este proyecto se utilizaron los valores K para una velocidad de diseño de 20 kilómetros por hora.

- Criterio de comodidad

El efecto de incomodidad producido por los cambios de pendiente es mayor en curvas verticales cóncavas que convexas, ya que las fuerzas componentes de la gravedad y el peso actúan en el mismo sentido, generando una mayor fuerza centrífuga vertical.

$$k = \frac{LCV}{A} \geq \frac{V^2}{395}$$

- Criterio de apariencia: las curvas verticales deben presentar al conductor una buena apariencia o estética, esto se hace para que el conductor no sienta cambios bruscos de pendientes. Para carreteras de primer orden es necesario disponer de longitudes amplias en las curvas, para así garantizar una buena apariencia.

$$k = \frac{LCV}{A} \geq 30$$

- Criterio de drenaje: para tener un buen drenaje en las curvas verticales es necesario que la longitud de curva cumpla con la siguiente expresión.

$$k = \frac{LCV}{A} \leq 43$$

Para la curva vertical 1 del proyecto se tiene los siguientes cálculos y resultados.

Datos:

Velocidad de diseño = 20 km/h

Pendiente de entrada = 0,17

Pendiente de salida = 14

Cálculo:

Diferencia de pendientes = 14-0,17 = 13,83

Tipo de curva: cóncava

- Criterio de seguridad

$$LCV = K * A = 2 * 13,83 = 27,66 \text{ m}$$

- Criterio de comodidad

$$k = \frac{LCV}{A} \geq \frac{V^2}{395} = \frac{27,66}{13,83} \geq \frac{20^2}{395} = 2 \geq 1,01$$

Con la LCV mínima sí cumple el criterio de comodidad.

- Criterio de apariencia

$$k = \frac{LCV}{A} \geq 30 = 2 \not\geq 30$$

Como no cumple el criterio, se debe de rediseñar la LCV en función del criterio de apariencia.

$$LCV = 30 * 13.83 = 414.9 \text{ m}$$

- Criterio de drenaje

$$k = \frac{LCV}{A} \leq 43 = 2 \leq 43$$

Sí cumple el criterio de drenaje.

Al interpretar los resultados se puede notar que la LCV mínima permitida es de 27,66 m; mientras que la LCV ideal es de 414,9 m. Para el diseño de la carretera solamente se utilizarán las LCV mínimas, debido a que la carretera no será de primera categoría y el diseño de LCV ideales genera un costo mucho mayor en el proyecto.

2.5.2.4. Correcciones

Al momento de diseñar una curva vertical se deben calcular las cotas de la subrasante en la curva. Debido al cambio de pendientes hay que calcular las correcciones en las cotas o elevaciones. Mientras exista menor distancia entre el cálculo de correcciones mayor será la exactitud del cálculo de alturas de la curva. Para calcular las correcciones se utiliza la siguiente fórmula:

$$y = \frac{A * L^2}{200 * LCV}$$

Donde:

y = corrección

A = diferencia de pendientes (pendiente de salida menos pendiente de entrada)

L = distancia horizontal del PCV al punto donde se calcula la corrección; O también puede ser la distancia del PTV al punto donde se calcula la corrección.

LCV = longitud de curva vertical

Los datos de las curvas verticales se encuentran tabulados en el apéndice.

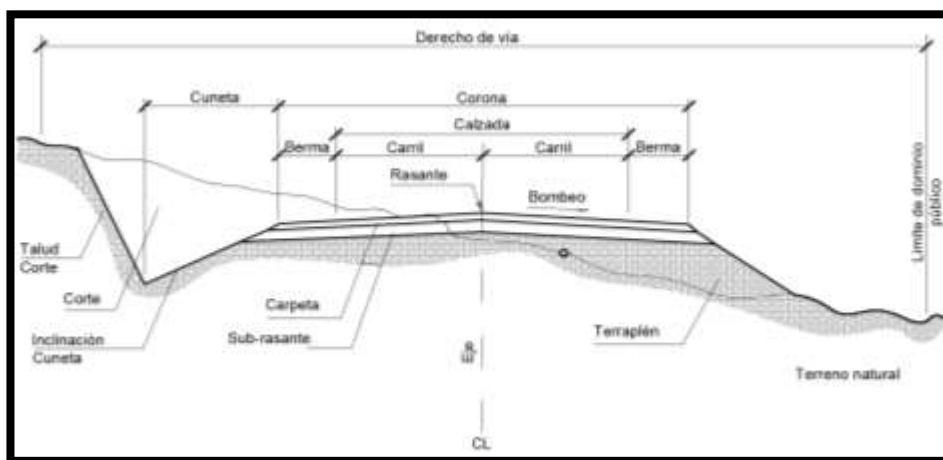
2.6. Movimiento de tierras

Después de haber calculado el diseño geométrico tanto horizontal como verticalmente, se obtiene la línea por donde pasará la rasante de la carretera, tanto en planta como en perfil. Con la anterior información se definen la ubicación y dimensiones de los elementos que conforman la carretera, y su relación con el terreno natural. Se fija la rasante y el ancho típico de la carretera para poder calcular las áreas y volúmenes de tierra a mover.

2.6.1. Cálculo de áreas de secciones transversales

Antes de iniciar con el cálculo de áreas de las secciones transversales es importante conocer los elementos que integran a la sección. Geométricamente, la sección transversal está compuesta por el derecho de vía, el ancho de calzada, los hombros o bermas, las cunetas y taludes laterales. En la figura 6 se detallan estos elementos.

Figura 6. Elementos de sección transversal



Fuente: CÁRDENAS GRISALES, James. *Diseño geométrico de carreteras*. p. 350.

Para el diseño de la carretera de Tenedores se utilizaron los siguientes elementos:

- Ancho de calzada

Es la sección por donde transitarán los vehículos. Dependiendo de si la sección transversal corresponde a un segmento de recta o a un segmento de curva se define el bombeo y el peralte de la carretera.

- Cunetas

Son canales que sirven para drenar el agua que proviene de la lluvia. Las dimensiones de las cunetas dependen de la hidrología de la zona donde se construirá la carretera.

- Taludes

Son las líneas inclinadas que se encuentran a los extremos de la sección transversal. Definen las áreas de corte y relleno de una sección particular de la carretera. El cálculo de la pendiente de los taludes está en función de las propiedades del terreno natural.

Se puede generalizar la pendiente de un talud en función de la altura del corte o relleno como se muestra en la tabla VI.

Tabla VI. **Relaciones de corte y relleno de taludes**

Corte		Relleno	
Altura	H-V	Altura	H-V
0-3	1-1	0-3	2-1
3-7	1-2	> 3	3-2
> 7	1-3		

Fuente: CÁRDENAS GRISALES, James. *Diseño geométrico de carreteras*. p. 340.

Donde:

H = horizontal

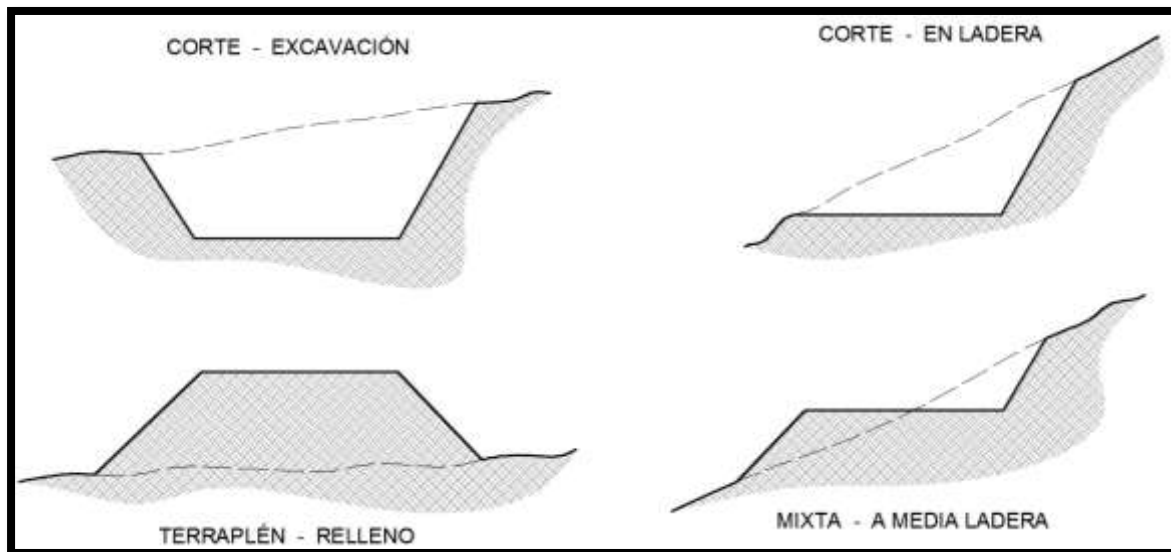
V = vertical

Después de conocer los elementos básicos de una sección transversal, se procede a calcular el área de la misma. Para el diseño de esta carretera se

utilizó el software AutoCAD Civil 3D 2015, para calcular las áreas de las secciones transversales.

Con el software se determinan las áreas de las siguientes secciones transversales típicas.

Figura 7. **Secciones transversales típicas**

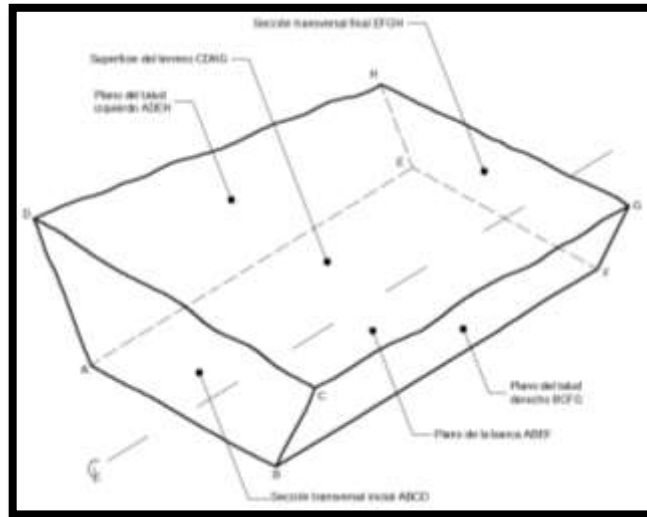


Fuente: CÁRDENAS GRISALES, James. *Diseño geométrico de carreteras*. p. 355.

2.6.2. **Cálculo de volúmenes**

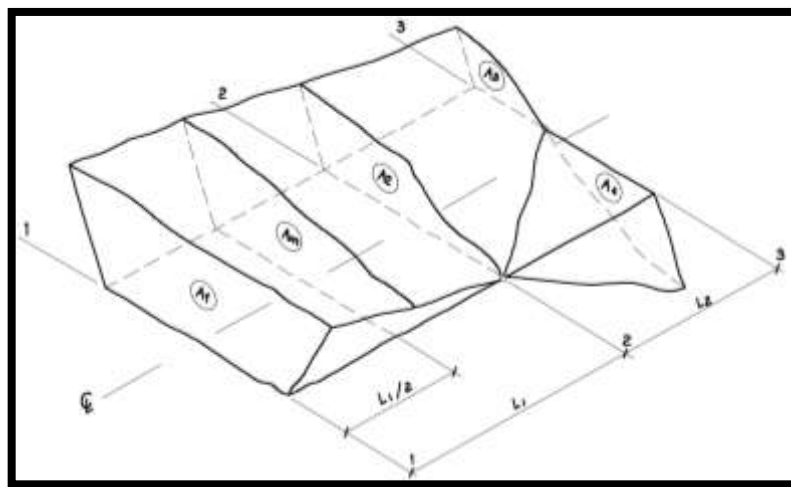
Para el cálculo de volúmenes se deben conocer las áreas de las secciones, ya sean de corte, de relleno o combinadas. El volumen que se obtiene es el que se encuentra dentro de las dos secciones transversales.

Figura 8. **Representación gráfica de un volumen de corte**



Fuente: CÁRDENAS GRISALES, James. *Diseño geométrico de carreteras*. p. 381.

Figura 9. **Representación gráfica de un volumen combinado de relleno y corte**



Fuente: CÁRDENAS GRISALES, James. *Diseño geométrico de carreteras*. p. 382.

Para calcular el volumen, ya sea de corte o de relleno, se debe suponer que entre cada par de secciones consecutivas existe un sólido geométrico compuesto de elementos conocidos. El sólido que más se aproxima a esta configuración es un prismoide, por lo que la fórmula para encontrar el volumen es la siguiente:

$$\text{Volumen} = \frac{A_1 + A_2}{2} * L$$

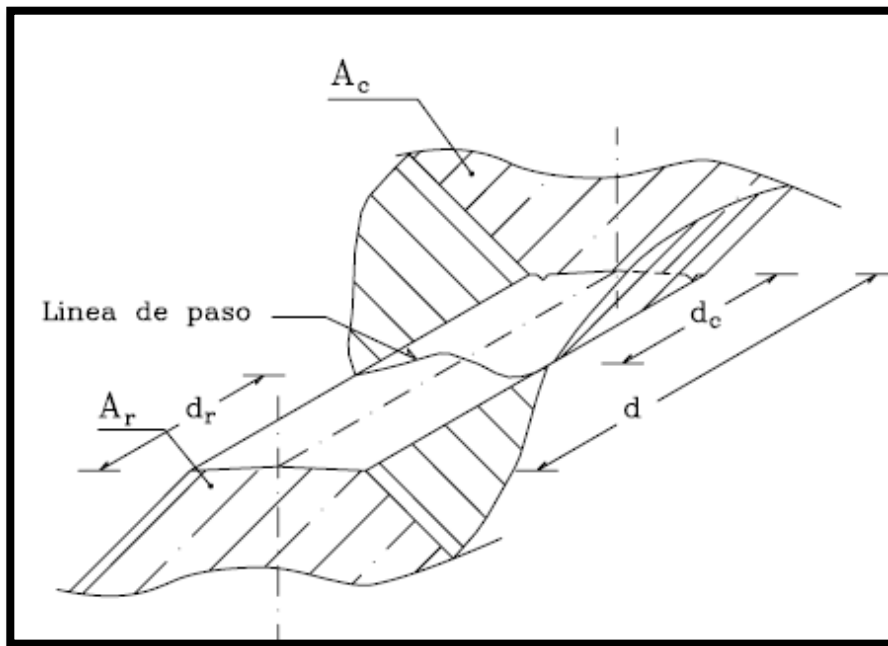
Donde:

A1 = área de sección transversal 1

A2 = área de sección transversal 2

L = longitud entre secciones transversales

Figura 10. **Representación gráfica de volumen de relleno a corte**



Fuente: CASANOVA, Leonardo. *Elementos de geometría*. p. 1-30.

Para calcular el volumen de relleno y el volumen de corte se pueden utilizar las siguientes fórmulas:

$$\text{Volumen de relleno: Vol. R} = \frac{A_r}{2} * d_r$$

$$\text{Volumen de corte: Vol. C} = \frac{A_c}{2} * d_c$$

$$\text{Distancia de relleno: } d_r = \frac{A_r}{A_r + A_c} * d$$

$$\text{Distancia de corte: } d_c = \frac{A_c}{A_c + A_r} * d$$

Donde:

Vol. R= volumen de relleno en metros cúbicos

Ar = área de relleno en metros cuadrados

dr = distancia de relleno en metros

Vol. C= volumen de corte en metros cúbicos

Ac = área de corte en metros cuadrados

dc = distancia de corte en metros

Se recomienda utilizar un software computacional donde los métodos de cálculo son más exactos. Por lo tanto, se utilizó el software computacional Autocad Civil 3D 2015 para el cálculo de volúmenes de movimiento de tierras.

2.6.3. Balance y diagrama de masas

El balance de masas es la diferencia de volúmenes de corte y de relleno acumulados en un tramo de carreta. Sirve para determinar la cantidad de material que se deberá cortar y la cantidad de material que servirá como relleno en donde sea necesario. El diagrama de masas es la representación gráfica del balance de masas. El diagrama de masas de este proyecto se encuentra en el apéndice.

Para el diseño de la carretera de la aldea Tenedores se tomó en cuenta que la mayoría del movimiento de tierras es para corte, por lo que el acarreo de materiales será colocado en bancos de materiales que se encuentran a menos de mil metros de distancia entre ellos, utilizando los camiones y maquinaria municipal.

2.7. Tipo de carpeta de rodadura

El material que se utilizará como carpeta de rodadura será balasto y deberá cumplir con las siguientes especificaciones:

- De calidad uniforme y estar exento de residuos de madera, raíces o cualquier material perjudicial o extraño.
- Con un peso unitario suelto, no menor a $1\,450\text{ kg/m}^3$ determinado por el método AASHTO T 19.
- El tamaño máximo del agregado grueso no debe exceder de $2/3$ del espesor de la capa y en ningún caso debe ser mayor a 100 milímetros.
- El espesor de la capa de balasto será de 150 milímetros. Y se deberá compactar como mínimo al 95 % de la densidad máxima determinada por el método AASHTO T 180.

El banco de materiales se encuentra ubicado a 250 metros del inicio de la carretera a mejorar, y por los estudios de suelos realizados se puede concluir que es un material adecuado para usarse como carpeta de rodadura.

2.8. Programa de mantenimiento

Para aumentar el tiempo de vida útil de la carretera es necesario darle un mantenimiento periódico. La Municipalidad de Morales cuenta con maquinaria, equipo y trabajadores para el mantenimiento de la red vial del municipio.

Para mantener la carretera en buen estado es necesario tener programas de bacheo, con los cuales se mantiene la carpeta de rodadura en buen estado y evita daños a la subrasante.

Además de la carpeta de rodadura, es importante mantener los drenajes tanto transversales como longitudinales, libres de basura o materiales que ocasionen un taponamiento de los mismos. Para evitar problemas de drenaje, se recomienda limpiar las cunetas y drenajes transversales cada seis meses. En época de invierno es importante revisar los drenajes después de una lluvia torrencial, ya que, por lo general se llenan de basura y materiales como piedras o vegetación.

Es importante que los materiales que se utilicen durante el bacheo deben de cumplir con las especificaciones que anteriormente se han presentado. También es importante revisar que funcione correctamente el dissipador de energía para el caudal de salida de los drenajes y que esté libre de basura y otros desechos.

2.9. Elaboración de planos

Los planos del proyecto se encuentran en los anexos, entre ellos: de planta general del proyecto, especificaciones, planta y perfil, movimiento de tierras, secciones transversales y detalles constructivos.

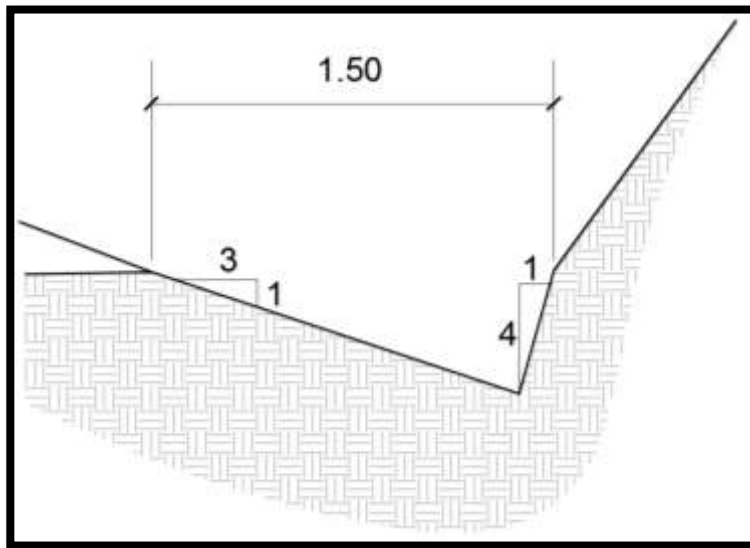
2.10. Drenajes

En el presente proyecto se describirán el longitudinal y el transversal.

2.10.1. Drenaje longitudinal

También denominado cuneta de diseño triangular, como se muestra en la figura 11.

Figura 11. **Cuneta de diseño triangular**



Fuente: elaboración propia, con programa AutoCAD 2015.

Para el diseño de dicha cuneta se utilizó el método racional, para determinar el caudal de escorrentía máxima que puede presentarse en la zona donde pasará la carretera.

La fórmula que expresa el principio racional es:

$$Q = \frac{CIA}{360}$$

Donde:

Q = caudal máximo (m³/s)

A = área de la cuenca (Ha)

I = intensidad máxima de lluvia (mm/h)

C = coeficiente de escorrentía (depende de la vegetación, el tipo de suelo y la pendiente)

Para obtener el dato de intensidad de lluvia se utiliza la siguiente fórmula:

$$I = \frac{A}{(tc + B)^n}$$

Donde:

I = intensidad de lluvia (mm/hr).

A, B y n = constantes que se obtienen por el Instituto de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (INSIVUMEH).

Tc = tiempo de concentración de la cuenca en minutos.

Para determinar el tiempo de concentración de la cuenca se utilizará la siguiente fórmula:

$$Tc = \frac{3 * L^{1,15}}{154 * H^{0,38}}$$

Donde:

Tc = tiempo de concentración de la cuenca

L = longitud del cauce principal en metros

H = diferencia del nivel inicial respecto al nivel final en metros

La zona del proyecto es afectada por una cuenca con una longitud de cauce de 1 125 metros y una diferencia de niveles desde el punto inicial hasta el punto final de 7,24 metros. Los datos fueron proporcionados por la Municipalidad de Morales.

$$T_c = \frac{3 * 1125^{1,15}}{154 * 7,24^{0,38}} = 29,69 \text{ minutos}$$

Las constantes A, B y n fueron obtenidas de la estación meteorológica más cercana, la cual se encuentra en Puerto Barrios. Los datos son para un periodo de retorno de 30 años.

$$A = 11508$$

$$B = 30$$

$$N = 1,05$$

Con los datos anteriores se obtiene la intensidad de lluvia.

$$I = \frac{11\,508}{((29,69 + 30)^{1,05})} = 157,15 \text{ mm/hr}$$

El área de la cuenca que afecta al proyecto es de aproximadamente 2,3 hectáreas. El dato fue obtenido por el software computacional Google Earth PRO.

$$Q = \frac{0,15 * 157,15 * 2,3}{360} = 0,15 \text{ m}^3/\text{s}$$

Ahora se debe calcular el caudal que la cuneta propuesta puede transportar. Para esto se utilizará la fórmula de Manning.

$$Q = \frac{1}{n} * A * R^{\frac{2}{3}} * S^{1/2}$$

Donde:

Q = caudal en m³/s

n = rugosidad de la cuneta = 0,029

A = área mojada

R = radio hidráulico

S = pendiente

El área mojada de la cuneta es de 0,34 m²

El radio hidráulico es igual a: $(2*0,4) / (2 * ((1+2^2)^{1/2})) = 0,179$ m

La pendiente mínima es de 0,75 %

El caudal es:

$$Q = \frac{1}{0,029} * 0,34 * 0,179^{\frac{2}{3}} * 0,0075^{\frac{1}{2}} = 0,322 \text{ m}^3/\text{s}$$

Como el caudal que puede transportar la cuneta es mayor al caudal de escorrentía máximo, se concluye que el diseño de la cuneta es correcto.

2.10.2. Drenaje transversal

Tiene la función de evacuar el agua existente en los drenajes longitudinales de la carretera. Deben de colocarse perpendicularmente a la carretera. La distancia recomendada entre drenajes transversales es de 150 metros máximo. También se recomienda colocar drenajes transversales al inicio de curvas horizontales, en los puntos más bajos de la carretera y en zonas donde exista riesgo de estancamiento de agua.

Para los drenajes transversales de esta carretera se usará tubería circular. El caudal a utilizar será el de escorrentía máxima el cual es:

$$Q = Q_e + Q_r$$

Donde:

Q_e = caudal de escorrentía máxima en metros cúbicos sobre segundo

Q_r = caudal de riachuelos intermitentes generados en época lluviosa

Para este caso: Q_e será el caudal calculado para el drenaje longitudinal.

Mientras que Q_r : será el caudal obtenido de la microcuenca del riachuelo:

$$Q_r = \frac{0,15 * 157,15 * 0,76}{360} = 0.05 \text{ m}^3/\text{s}$$

Para calcular el diámetro de tubería se utilizará la siguiente fórmula:

$$D = \left(\frac{Q * 4^{\frac{5}{3}} * n}{S^{1/2} * \pi} \right)^{\frac{3}{8}}$$

Donde:

D = diámetro en metros

n = rugosidad, por proponer una tubería hg el coeficiente es de 0,017

S = pendiente de la tubería, que será de 0,01

Q = caudal en metros cúbicos sobre segundo.

$$D = \left(\frac{0,20 * 4^{\frac{5}{3}} * 0,017}{0,01^{1/2} * \pi} \right)^{\frac{3}{8}} = 0,43 \text{ m}$$

El diámetro en pulgadas es de:

$$0,43 * 39,3701 = 17,15 \text{ pulgadas}$$

El diámetro mínimo recomendado para un drenaje transversal es de 30 pulgadas. Sin embargo, la Municipalidad de Morales ha solicitado colocar un diámetro de 36 pulgadas, por lo tanto, ese se utilizará.

2.11. Presupuesto del proyecto

Es el trabajo donde se detallan los precios de materiales que serán utilizados en el proyecto, la mano de obra y otros costos que surgen durante su ejecución.

Es importante tener la mayor cantidad de información del proyecto para hacer el presupuesto, ya que así se estimará un valor adecuado para el proyecto.

2.11.1. Integración de precios unitarios

En la tabla VI se muestran los precios unitarios de cada renglón de trabajo para el proyecto de ampliación y mejoramiento de carretera para la aldea Tenedores. Cada precio unitario incluye costo de materiales, mano de obra calificada y no calificada, transporte de materiales, alquiler de maquinaria pesada, gasto de gasolina y costos indirectos.

El cálculo de cada precio unitario se encuentra en los apéndices.

Tabla VII. Integración de costos y precios unitarios

No.	REGLÓN DE TRABAJO	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
1,0	LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO				
1,1	Topografía	3,309	km	Q.3750,00	Q.12 408,75
2,0	MOVIMIENTO DE TIERRAS				
2,1	Excavación no clasificada de desperdicio	6 159,79	M3	Q.41,89	Q.258 033,60
2,2	Excavación no clasificada	1248,19	M3	Q.55,40	Q.69 150,00
3,0	REACONDICIONAMIENTO DE LA SUBRASANTE				
3,1	Compactación, reacondicionamiento	18 304,00	M2	Q.17,54	Q.320 896,38
4,0	CARPETA DE RODADURA				
4,1	Capa de balasto	2 745,60	M3	Q.204,85	Q.562 430,70
5,0	OBRA HIDRÁULICA				
5,1	Cuneta revestida	3 600,00	ML	Q.62,44	Q.224 788,50
5,2	Drenaje transversal				
5,2,1	Tubería	234,00	ml	Q.1 847,12	Q.432 226,50
5,2,2	Excavación para tubería	257,40	m3	Q55,42	Q.14 265,00
5,2,3	Concreto ciclópeo	78,00	m3	Q.1 050,95	Q.81 974,40
MONTO TOTAL DEL PROYECTO				Q.	1 976 173,83

Fuente: elaboración propia, con programa Microsoft Excel 2013.

2.11.2. Cantidades estimadas de trabajo

Cada renglón de trabajo se ha desglosado para mostrar las cantidades de trabajo y materiales necesarios para la ejecución del proyecto. En los apéndices se encuentra el desglose de dichos renglones.

2.12. Cronograma de ejecución física y financiera

Un aspecto importante al momento de elaborar un diseño de un proyecto es determinar la cantidad de dinero necesario para que exista un avance físico de acuerdo a los cronogramas de ejecución. A continuación, en la tabla VII se

presenta el mismo, donde se muestran los tiempos estimados para ejecutar cada renglón y el dinero necesario para los costos.

Tabla VIII. **Cronograma**

	MES 1				MES 2				MES 3	
	SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3	SEMANA 4	SEMANA 5	SEMANA 6	SEMANA 7	SEMANA 8	SEMANA 9	SEMANA 10
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO										
Topografía	Q. 12 408,75									
MOVIMIENTO DE TIERRAS										
Excavación no clasificada de desperdicio	Q.58 033,60									
Excavación no clasificada	Q. 69 150,00									
REACONDICIONAMIENTO DE LA SUBRASANTE										
Compactación, reacondicionamiento			Q. 106 965,46		Q. 213 930,92					
CARPETA DE RODADURA										
Capa de Balasto								Q. 187 476,90	Q. 374 953,80	
OBRA HIDRÁULICA										
Cuneta revestida						Q. 224 788,50				
Drenaje transversal										
Tubería		Q. 432 226,50								
Excavación para tubería	Q. 14 265,00									
Concreto ciclópeo			Q. 81 974,40							
INVERSIÓN PARCIAL	Q. 975 023,71				Q. 626 196,32				Q. 374 953,80	
PORCENTAJE MENSUAL EJECUTADO	49,34%				31,69%				18,97%	
PORCENTAJE EJECUTADO ACUMULADO	49,34%				81,03%				100,00%	
					TOTAL DEL PROYECTO Q. 1 976 173,83					

Fuente: elaboración propia, con programa Microsoft Excel 2013.

2.13. Evaluación de impacto ambiental

Es una evaluación que sirve para identificar e interpretar los impactos ambientales que se producirán en la zona donde se construirá la carretera. La evaluación de impacto ambiental es el trabajo introductorio que sirve para

realizar un estudio de impacto ambiental, en donde se determinan todos los factores que puedan afectar directa o indirectamente al medio ambiente. A continuación se presenta la evaluación de impacto ambiental para el proyecto de ampliación y mejoramiento de la carretera para la aldea Tenedores.

Características generales del proyecto:

- Longitud del proyecto: 3 328,00 metros
- Tipo de carretera: típica F según la Dirección General de Caminos
- Tipo de región: montañosa
- Velocidad de diseño: 20 kilómetros por hora
- Pendiente máxima: 14 por ciento
- Tránsito promedio diario: de 10 a 100 vehículos
- Ancho de terracería: 8,50 metros
- Superficie de rodadura: 5,50 metros
- Espesor de carpeta de rodadura: 0,15 metros
- Costo del proyecto: Q. 1 976 173,83

Características de las zonas cercanas al proyecto:

- Área: las zonas aledañas al proyecto son áreas boscosas en su mayoría. Existen viviendas a la orilla del proyecto en algunos puntos.
- Situación legal del terreno donde se construirá la carretera: Legalmente el área donde se construirá la carretera pertenece a la Municipalidad de Morales, por lo que no existen problemas al respecto.
- Trabajos necesarios para la preparación del terreno: limpieza superficial de la carretera actual, localización de zonas donde se colocarán los materiales de construcción y eliminación de la vegetación que se encuentre dentro del área del proyecto.

- Uso de recursos naturales del área: cercano al lugar del proyecto existe un banco de materiales de donde se puede obtener piedra bola y arena de río. Estos materiales serán utilizados para la construcción de cajas para drenajes transversales.
- Sustancias o materiales que serán utilizados: aceites y combustible para maquinaria, agua, cemento madera, arena, piedrín de 3/8 de pulgada, piedra bola de un tamaño máximo de 10 pulgadas, tuberías de metal corrugado de 36 pulgadas de diámetro, balasto, entre otros.
- Impacto ambiental que será producido por la construcción de la carretera:
 - Emisiones de gases perjudiciales: las emisiones serán generadas por la utilización de equipo mecánico como retroexcavadoras, camiones de volteo y compactadoras. Todos los gases serán producto de la combustión de diésel y gasolina.
- Desechos sólidos: vegetación que se encuentra en el área del proyecto, residuos de material producidos por el movimiento de tierras y basura generada por los trabajadores.
- Desechos líquidos: agua contaminada, combustible y aceites utilizados pueden ser desechos líquidos.
- Ruidos y/o vibraciones: durante el movimiento de tierras se generan vibraciones y ruidos, también durante la compactación de la carpeta de rodadura.
- Medidas de mitigación del proyecto:
 - Emisiones de gases perjudiciales: se deberá verificar que la maquinaria se encuentre en buen estado, esto se hará con la

finalidad de reducir el consumo de combustible excesivo, que ocurre cuando existen fallas mecánicas en las máquinas.

- Desechos sólidos: el material sobrante del movimiento de tierras deberá ser depositado en bancos de materiales autorizados por la Municipalidad de Morales, como también, la vegetación que será removida. La basura se llevará al basurero municipal.
- Desechos líquidos: deberán depositarse en contenedores para evitar su esparcimiento sobre la zona del proyecto. Estos serán llevados a un lugar de desechos líquidos autorizado por la Municipalidad de Morales.
- Ruidos y/o vibraciones: a los operadores de maquinaria se les dará equipo adecuado para proteger sus oídos. Se operará la maquinaria solamente en horario matutino y vespertino. Para evitar vibraciones excesivas, se rentará maquinaria diseñada para ello.

3. DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA CEMENTERIO GRAN CAÑÓN, MORALES, IZABAL

3.1. Descripción del proyecto

El diseño del sistema de agua potable será por gravedad, la longitud de la línea de conducción será de 2 560 metros, la línea de distribución de 1 550 metros y se diseñará un tanque de almacenamiento.

3.2. Levantamiento topográfico

Proporciona los datos acerca de la superficie en la cual se construirá el sistema de agua potable. En un levantamiento topográfico se miden distancias, elevaciones y direcciones.

Para la aldea Cementerio Gran Cañón fue necesario hacer uso de una estación total, trípode, prisma, trompos, machetes y un marcador. Como el equipo utilizado fue una estación total, por medio de coordenadas geográficas se obtuvo la libreta topográfica.

En el capítulo anterior se presentan los procedimientos para realizar un levantamiento topográfico.

3.3. Parámetros de diseño y cálculos hidráulicos

A continuación se describirán los parámetros de diseño y cálculos hidráulicos.

3.3.1. Selección de la fuente

Debido a que existen nacimientos de agua en zonas cercanas a la aldea Cementerio Gran Cañón, se tomó como decisión obtener el agua de uno de los ríos cercanos a dicha aldea. El río seleccionado se encuentra en la ladera de una montaña y la ventaja que se tiene es que se encuentra a una altitud que permite transportar el agua por gravedad, sin utilizar equipo de bombeo.

3.3.2. Aforo

Es la medición del caudal que será utilizado para el diseño del proyecto. Es un dato de suma importancia, ya que con este se determina si el caudal proveniente de la fuente es capaz de abastecer a la aldea beneficiada. Los aforos deben hacerse en época seca para obtener los caudales más bajos de la fuente a lo largo del año.

Para aforar existen varios métodos de medición. Debido a que el caudal a medir es relativamente pequeño, se elige el método de aforo volumétrico. En este aforo es necesario tener un cronometro y un recipiente de volumen conocido.

Volumen del recipiente = 10 galones = 37,86 litros

$Q = \text{volumen} / \text{tiempo}$

$Q_1 = 37,86 / 8,18 = 4,63 \text{ l/s}$

$Q_2 = 37,86 / 8,21 = 4,61 \text{ l/s}$

$Q_3 = 37,86 / 8,19 = 4,62 \text{ l/s}$

El promedio es de:

$$\frac{4,63 + 4,61 + 4,62}{3} = 4,62 \text{ l/s}$$

3.3.3. Determinación de población y dotaciones

Actualmente existen 1 050 habitantes en la aldea Cementerio Gran Cañón. Según datos estadísticos proporcionados por la Municipalidad de Morales, la tasa de crecimiento poblacional de dicha aldea es de 1,23 por ciento anual. Para determinar la población futura se utilizará la fórmula de incremento geométrico para un periodo de diseño de 20 años.

$$Pf = Pa \left(1 + \frac{r}{100}\right)^n$$

Donde:

Pf = población futura

Pa = población actual

r = tasa de crecimiento en porcentaje

n = periodo de diseño en años

$$Pf = 1\,050 \left(1 + \frac{1,23}{100}\right)^{20} = 1\,341 \text{ habitantes}$$

La dotación es la cantidad de agua que se brindará diariamente a cada habitante. Para determinar la dotación es necesario conocer el tipo de clima del lugar y la calidad de vida. La que se recomienda, por ser un clima cálido, es entre 120 a 150 litros por habitante al día.

La dotación elegida es de 150 litros por habitante por día.

3.3.4. Determinación de caudales

- Caudal medio diario: es el promedio que se utilizará al día.

$$Q_{med} = \frac{P_f * dot}{86\,400}$$

Donde:

Q_{med} = caudal medio

P_f = población futura

dot = dotación

$$Q_{med} = \frac{1\,341 * 150}{86\,400} = 2,32 \text{ l/s}$$

- Caudal máximo diario: es el que se puede presentar en un día. Este caudal es utilizado para el diseño de sistema de agua potable por gravedad.

$$Q.d.max = Q_{med} * F.D.max$$

Donde:

$Q.d.max$ = caudal máximo diario

Q_{med} = caudal medio diario

$F.D.max$ = factor de día máximo, varía entre 1,2 y 1,8 se utilizará un valor de 1,5

$$Q.d.max = 2,32 * 1,5 = 3,49 \text{ l/s}$$

- Caudal de uso simultáneo: es utilizado para el sistema de distribución de ramales abiertos. Se debe calcular en cada ramal del sistema. Su fórmula es:

$$Q.u.s. = k * \sqrt{(n - 1)}$$

Donde:

Q.u.s. = caudal de uso simultáneo

K = coeficiente que depende de la cantidad de agua que consume el habitante.

Varía entre 0,15 a 0,20. Se usará 0,20

n = número de vivienda futuras que serán abastecidas

- Caudal unitario: al igual que el caudal de uso simultáneo, este sirve para diseñar la línea de distribución de ramales abiertos. Su fórmula es:

$$Q_u = \frac{P_f \cdot \dot{} \cdot F.H. \max}{86\,400}$$

Por cada ramal se debe calcular el de uso simultáneo y el unitario. El mayor de ambos será el utilizado para el diseño de la línea de distribución.

3.3.5. Presiones mínimas y máximas

Para que la red de distribución funcione de forma correcta, es necesario calcular las presiones a las que trabajarán las tuberías. Estas presiones deben de estar dentro de un rango de presiones mínimas y máximas.

En la línea de conducción, las presiones deben estar dentro del siguiente rango:

Presión mínima = 6 mca

Presión máxima = 90 mca

En la línea de conducción las presiones deben estar dentro del siguiente rango:

Presión mínima = 10 mca

Presión máxima = 60 mca

mca = metros columna de agua

3.3.6. Velocidades y diámetros recomendados

Para cumplir las Normas sanitarias para el diseño de sistemas rurales de abastecimiento de agua para consumo humano del Instituto de Fomento Municipal (INFOM), deben de respetarse los siguientes parámetros:

Velocidad mínima = 0,4 m/s

Velocidad máxima = 3 m/s

Los diámetros en la red de distribución deberán ser como mínimo de tres cuartos de pulgada. Los diámetros mínimos y máximos para la línea de conducción dependerán de las velocidades mínimas y máximas especificadas anteriormente.

3.3.7. Memoria de cálculo

Para este proyecto se realizarán los cálculos hidráulicos con el software computacional Microsoft Excel 2013. De las secciones 3.3.9 a la sección 3.3.12 se encuentran de forma detallada los procedimientos de cálculo para el sistema de agua potable.

3.3.8. Captación

Para la captación del agua se hará una caja de concreto, como filtro se colocarán piedras de tamaño variable, también se colocará una tapadera para poder ingresar y darle mantenimiento.

Dentro de las especificaciones que deberá cumplir la caja de captación se encuentran:

- Poseer un rebalse.
- Tener un filtro para impedir el ingreso de vegetación y lodos dentro de la tubería de conducción.
- Tener tapadera para ingresar y hacer reparaciones.
- Deberá delimitarse la zona de la caja con un muro perimetral.

3.3.9. Diseño de la línea de conducción

La línea de conducción tiene la función de transportar el agua desde la captación hasta el tanque de distribución.

Para el diseño de la línea de conducción se utilizarán las siguientes fórmulas:

- La fórmula de Hazen y Williams para determinar los diámetros de tubería y las pérdidas de presión.

$$H_f = \frac{1\,743,811 * L * Q^{1,85}}{C^{1,85} * \phi^{4,87}}$$

Donde:

Hf = pérdida por carga en m

L = longitud de tubería en m

Q = caudal que pasa por la tubería en l/s

C = coeficiente que depende de la rugosidad del material. Para PVC es de 150

Ø = diámetro del tubo en pulgadas

Utilizando todos los parámetros anteriormente presentados se procede a diseñar la línea de distribución. A continuación se presenta el procedimiento realizado para el tramo que inicia en la estación 1 y finaliza en la estación 6.

Datos:

Estación 1, cota 228,45 m

Estación 7, cota 222,09 m

Distancia entre estaciones = 235,00 m

Diferencia de alturas = 6,36 m

Cálculo del diámetro:

$$\begin{aligned}\varnothing &= \left(\frac{1743.811 * L * Q^{1.85}}{C^{1.85} * H_f} \right)^{\frac{1}{4.87}} \\ \varnothing &= \left(\frac{1743.811 * 235 * 3,49^{1.85}}{150^{1.85} * 6,36} \right)^{\frac{1}{4.87}} = 2,33 \text{ pulgadas}\end{aligned}$$

Pérdidas usando diámetro de 3 pulgadas:

$$\begin{aligned}H_f &= \frac{1743.811 * L * Q^{1.85}}{C^{1.85} * \varnothing^{4.87}} \\ H_f &= \frac{1743.811 * 235 * 3,49^{1.85}}{150^{1.85} * 3^{4.87}} = 1,84 \text{ m}\end{aligned}$$

Velocidad:

$$v = \frac{Q}{A}$$

Donde:

V = velocidad en metros/segundos

Q = caudal en metros cúbicos/segundo

A = área de la sección transversal de la tubería en metros cuadrados

$$v = \frac{0,00349}{0,00456} = 0,77 \text{ m/s}$$

Presión estática:

Inicial: 0 mca

Final: 6,36 mca

Presión dinámica:

Inicial: 0 mca

Final: $6,36 - 1,84 = 4,52$ mca

Cotas piezométricas:

Inicial: 228,45

Final: $228,45 - 1,84 = 226,61$

En apéndices se encuentra la tabla de resultados para el diseño de la línea de conducción.

3.3.10. Tanque de distribución

Es un depósito que tiene como objetivo compensar las demandas de agua a través del tiempo. Se llena en horas de bajo consumo y en horas pico se vacía. La altura en la que se encuentran los tanques de distribución es de gran

importancia, ya que para sistemas por gravedad la energía se obtiene por diferencias de altitudes.

En pequeñas comunidades rurales, el volumen de almacenamiento es, por lo general, un porcentaje del caudal de diseño. Se puede considerar un porcentaje de 25 a 40 por ciento del caudal medio diario en el caso de sistemas por gravedad

A continuación se presenta el diseño del tanque de distribución.

Q medio diario = 2,32 l/s

- Cálculo del volumen del tanque

$$\text{Volumen} = 0,25 * (2,32 * 86\,400) * \left(\frac{1\text{m}^3}{1\,000\text{l}}\right) = 50.11 \text{ m}^3$$

Se aproximará a 50 m³ el volumen.

Se propone un diseño con losa de concreto reforzado y muros por gravedad hechos concreto ciclópeo.

- Diseño de la losa

La relación largo-ancho de la losa será de 1,5 a 1 para asegurar que la losa trabaje en dos sentidos, según el método 3 del ACI.

La altura del tanque será de 1,5 metros por lo que el área será:

$$\text{Volumen} = \text{área} * \text{altura}$$

$$\text{Volumen} = 50 = \text{área} * 1,5 \text{ m}$$

$$\text{Área} = 50 / 1,5 = 33,33 \text{ m}^2$$

Ahora se calcularán los lados de la losa:

$$L = 1,5 * a$$

Donde:

L= lado largo de la losa

a= lado corto de la losa

Se utilizará la fórmula anterior para asegurar que la losa trabajará en dos sentidos. Sustituyendo L en la ecuación del área se tiene:

$$L * a = 1,5a * a = \text{área} = 33,33 \text{ m}^2$$

Despejando “a” se tiene:

$$a = 4,71 \text{ m}$$

$$L = 4,71 * 1,5 = 7,07 \text{ m}$$

El siguiente procedimiento es el utilizado en el método 3 del ACI

$$a / L = 4,71 / 7,07 = 0,667$$

Como $a / L > 0,50$ la losa trabaja en dos direcciones.

Se procede a calcular el espesor de la losa

$$T = \frac{P}{180} = \frac{(4,71 * 2 + 7,07 * 2)}{180} = 0,13 \text{ metros}$$

Se colocará un espesor de 0,15 metros a petición de la Municipalidad de Morales.

Integración de cargas vivas y muertas

$$\text{Peso propio} = 2400 \text{ kg/m}^3 * 0,15 \text{ m} = 360 \text{ kg/m}^2$$

Carga viva de 125 kg/m². Esta se obtuvo de la tabla de 1.1 del libro Diseño de estructuras de concreto de Arthur Nilson.

Determinación de cargas últimas

Carga muerta última = 1,4 * 360 kg/m² = 504 kg/m²

Carga viva última = 1,7 * 125 kg/m² = 212,5 kg/m²

El coeficiente de mayoramiento fue obtenido según las recomendaciones que se encuentran en el ACI.

$$CU = 504 + 212,5 = 716,5 \text{ kg/m}^2$$

Por el tipo de losa (discontinua en sus cuatro lados) se diseñará según el caso 1 del método 3 del ACI.

Coeficientes para momentos positivos en losas por carga viva

Coeficiente de A (Ca2) = 0,074

Coeficiente de B (Cb2) = 0,013

Coeficientes para momentos positivos por carga muerta

Coeficiente de A (Ca1) = 0,074

Coeficiente de B (Cb1) = 0,013

$$M A (+) = (Ca1 * CMu * a^2) + (Ca2 * CVu * a^2)$$

$$M B (+) = (Cb1 * CMu * b^2) + (Cb2 * CVu * b^2)$$

$$M A (+) = (0,074 * 504 * 4,71^2) + (0,074 * 212,5 * 4,71^2) = 1\,176 \text{ kg-m}$$

$$M B (+) = (0,013 * 504 * 7,07^2) + (0,013 * 212,5 * 7,07^2) = 465 \text{ kg-m}$$

Los momentos negativos serán un tercio de los momentos positivos, según recomienda el Código ACI.

$$M A (-) = (1\ 176 / 3) = 392 \text{ kg-m}$$

$$M B (-) = (465 / 3) = 155 \text{ kg-m}$$

Determinación del área de acero mínimo

$$A_{smin} = \frac{14,1}{F_y} * b * d$$

Donde:

A_{smin} = área de acero mínimo

b = base de la sección

d = peralte de la sección

F_y = límite de fluencia del acero

$$A_{smin} = \frac{14,1}{2\ 810} * 100 * 12,50 = 6,27 \text{ cm}^2$$

Determinación del espaciamiento para el A_{smin} :

Utilizando varillas de acero Núm. 4 grado 40

$$S = 1m * \frac{A_s}{A_{smin}}$$

Donde:

A_s = área de acero de una varilla Núm. 4

S = espaciamiento

$$S = 1m * \frac{1,27}{6,27} = 0.20 \text{ m} = 20 \text{ cm}$$

$$S_{max} = 3h = 3 * 15 = 45 \text{ cm}$$

$$M_u = \phi * A_{smin} * F_y * d - \frac{A_{smin}^2 * F_y^2}{1,7 * f'_c * b} = 1\ 895,15 \text{ kg - m}$$

Ya que el Mu es mayor que todos los momentos que son aplicados se utilizara el área de acero mínimo.

El armado de losa será: rieles Núm. 4 @ 20 cm, bastones Núm. 4 @ 20 cm y tensión Núm. 4 @ 20 cm en ambos sentidos.

Para el diseño de las paredes del tanque se utilizaron muros de gravedad, los cuales se encuentran en el apéndice de este trabajo.

3.3.11. línea de distribución

Son las tuberías que inician en el tanque de distribución y llegan hasta los tramos finales del sistema de agua potable. Tienen como función transportar el agua hasta los circuitos de la red de distribución o los ramales, según sea el caso. Para el diseño del sistema de agua potable para la aldea Cementerio Gran Cañón se diseñará una red de distribución por ramales abiertos, la cual se especifica en la siguiente sección.

3.3.12. Diseño de la red de distribución

La red de distribución es el conjunto de tuberías que abastecen de agua a las viviendas y predios de una comunidad. Existen dos métodos para el diseño de redes de distribución. Por circuitos y por ramales abiertos. Debido a la topografía y la lejanía de algunas viviendas, se utilizará el método de ramales abiertos. Deben de tomarse en cuenta las consideraciones de presión, velocidad y diámetros de tubería que anteriormente se han presentado. A continuación se presenta el procedimiento de cálculo y diseño para el ramal 1 de la red de distribución.

Al igual que en el diseño de la línea de conducción, para la red de distribución se deberán calcular los diámetros de tubería adecuados para transportar agua. La fórmula utilizada será la de Hazen y Williams. Para el cálculo del caudal por tramo se utilizarán las fórmulas del caudal de uso simultáneo y el caudal unitario. Deberá utilizarse el resultado que sea mayor de ambos para el diseño.

Datos: E-65 a E-67

Cota inicial = 79,00 m

Cota final = 57,00 m

Longitud entre estaciones = 31,21 metros

Número de viviendas futuras = 4

$H_f = 79 - 57 = 22$

Todas las variables y coeficientes de las fórmulas que a continuación se muestran, han sido explicadas en la sección 3.3.4. y 3.3.9.

- Cálculo de caudal de uso simultáneo:

$$Q_{u.s.} = k\sqrt{(N - 1)} = 0,2\sqrt{(4 - 1)} = 0,4 \text{ l/s}$$

- Cálculo del caudal unitario:

$$Q_u = \frac{N * \eta * DOT * F.H. MAX}{86400} = \frac{4 * 6 * 150 * 1,5}{86400} = 0,06 \text{ l/s}$$

Como $Q_{u.s.} > Q_u$ entonces se utilizará el $Q_{u.s.}$ como caudal de diseño para este ramal.

- Cálculo del diámetro a utilizar:

$$\emptyset = \left(\frac{1743.811 * L * Q^{1.85}}{C^{1.85} * H_f} \right)^{\frac{1}{4.87}}$$

$$\emptyset = \left(\frac{1743.811 * 31,21 * 0,4^{1.85}}{150^{1.85} * 22} \right)^{\frac{1}{4.87}} = 0,52 \text{ pulgadas}$$

Como es importante que la presión del agua a lo largo del ramal se encuentre entre los 10 y los 60 mca se utilizará una tubería de 2 pulgadas para reducir las pérdidas por fricción.

- Pérdida real

$$H_f = \frac{1743.811 * L * Q^{1.85}}{C^{1.85} * \emptyset^{4.87}}$$

$$H_f = \frac{1743.811 * 31,21 * 0,4^{1.85}}{150^{1.85} * 2^{4.87}} = 0,03 \text{ m}$$

- Presión hidrostática

Cuando el sistema no se encuentre en funcionamiento se producirá esta presión, la cual siempre es mayor que la presión dinámica en sistemas por gravedad.

Presión hidrostática inicial = 0 mca

Presión hidrostática final = 79-57 = 22 mca

- Presión dinámica

Esta presión se presenta cuando el sistema se encuentra en funcionamiento. Debe chequearse que no sea inferior a los 10 mca

Presión dinámica inicial = 0 mca

Presión dinámica final = 22- 0,03 = 21,97 mca

Cota piezométrica inicial: 79,00

Cota piezométrica final: 79,00 – 0,03 = 78,97

Los resultados del diseño de la línea de distribución se encuentran en el apéndice.

3.3.13. Sistema de desinfección

Debido a que el agua que se utilizará tiene bacterias, se hace necesario desinfectarla, ya sea con cloro, rayos ultravioleta y ozono. El método elegido es por cloración, debido a que es el más económico y bastante efectivo.

Existen varios productos para clorar el agua, desde pastillas o tabletas hasta cloro líquido. Para este proyecto se recomienda hacer la cloración con cloro líquido, siguiendo el siguiente procedimiento: por cada 1 000 litros de agua se deberán agregar 200 mililitros de cloro. Se deberá introducir el cloro líquido en los depósitos de agua cuando este se encuentre lleno. Para que el agua sea homogénea con el cloro se deberá dejar el agua con el cloro y esperar cuatro horas, por lo menos.

3.4. Características físicas y especificaciones técnicas

Todos los materiales deberán de cumplir con las Normas COGUANOR. El material de la tubería a utilizar será PVC (policloruro de vinilo rígido). Los tubos deben de cumplir con la Norma ASTM D 2241, como también la COGUANOR NGO 19 003.

3.4.1. Tipos y especificaciones de materiales

Según la Norma COGUANOR NGO 19 002, los tubos deberán tener una longitud de 6 metros, con una diferencia máxima de $\pm 0,25$ metros. La presión requerida mínima que debe resistir cada tubo es de 160 PSI.

3.4.2. Localización y ubicación de tuberías

Las tuberías deberán colocarse enterradas, por lo que su material debe ser resistente a la corrosión de los ácidos de la tierra. La profundidad, ancho y material de relleno deben de ser los adecuados para que la tubería funcione correctamente y se mantenga protegida de la intemperie.

La ubicación de la tubería ha de considerar y prevenir los posibles daños por derrumbes, deslaves, y otras condiciones naturales.

3.4.3. Accesorios y obras de arte

- Cajas rompe-presión: son cajas elaboradas con mampostería, concreto ciclópeo o concreto reforzado que tienen la función de reducir la presión del agua de la tubería a la presión atmosférica.
- Válvulas: son las llaves que tienen la función de regular, interrumpir o abrir el paso de agua en los diferentes componentes del sistema de agua. Se colocan en puntos donde normalmente deben hacerse mantenimientos al sistema. Según su función las válvulas se dividen en:
 - Válvulas de limpieza: son las que permiten la descarga de los sedimentos acumulados en la tubería. Se deben colocar en los puntos bajos del sistema y en zonas donde exista la posibilidad de acumulación de sedimentos.
 - Válvulas de compuerta: tienen la función de regular el paso del agua. Las válvulas de compuerta se instalan en la entrada y salida del tanque de distribución. Se pueden colocar al inicio de ramales para seccionar tramos de tubería.

- Válvulas de aire: tienen la función de evacuar el aire de la tubería. Se colocan en los puntos altos del sistema. El aire debe ser evacuado para que el sistema funcione de manera correcta y no se generen presiones perjudiciales a causa del aire.

3.4.4. Conexiones domiciliarias

Son las conexiones finales del sistema. Tienen como función abastecer de agua a las viviendas o predios beneficiados. Como la Municipalidad de Morales solicitó un servicio predial, solamente se colocará una tubería con un chorro por vivienda o predio.

Los accesorios y materiales a utilizar por cada conexión son:

- Adaptador macho PVC Ø ½ pulgada
- Llave de paso de bronce Ø ½ pulgada
- Tee reductora de PVC de tubería principal a Ø ½ pulgada
- Niple de PVC longitud variable de Ø ½ pulgada
- Tubo pvc de longitud variable de Ø ½ pulgada
- Codo de 90° de Ø ½ pulgada
- Chorro de bronce de Ø ½ pulgada

3.5. Análisis de costos

A continuación, dentro del análisis de costos del proyecto, se describen: la cuantificación de materiales y mano de obra, el presupuesto del sistema de agua potable, entre otros.

3.5.1. Cuantificación de materiales

Es la cantidad de materiales que se deberán utilizar para realizar el proyecto. En la sección 3.5.3 se encuentra la cuantificación de cada material.

3.5.2. Cuantificación de mano de obra

Es la cantidad de trabajo que deberá realizarse por cada renglón de trabajo. En el desglose del presupuesto se encuentran las cantidades de trabajo o de mano de obra.

3.5.3. Presupuesto

El resumen del presupuesto del sistema de agua potable se detalla en la tabla VIII.

Tabla IX. **Presupuesto sistema de agua potable**

No.	REGLÓN DE TRABAJO	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
1,00	TRABAJOS PRELIMINARES				
1,10	Limpieza y chapeo	Q.4 055,37	ml	Q. 3,86	Q. 15 653,73
1,20	Replanteo topográfico	Q.4 055,37	ml	Q. 4,05	Q. 16 424,25
2,00	MOVIMIENTO DE TIERRAS				Q -
2,10	Movimiento de tierra	Q.2 580,35	ml	Q. 108,49	Q. 279 942,17
3,00	LÍNEA DE CONDUCCIÓN				Q -
3,10	materiales y herramienta	Q.2 580,35	ml	Q. 57,60	Q. 148 628,16
4,00	LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN				Q -
4,10	materiales y herramienta	Q.1 475,02	ml	Q. 47,66	Q. 70 299,45
5,00	CAJAS ROMPE PRESIÓN				Q -
5,10	materiales y herramienta	Q. 2,00	m3	Q. 6 826,77	Q. 13 653,54
6,00	TANQUE DE DISTRIBUCIÓN				Q -
6,10	materiales y herramienta	Q. 50,00	m3	Q. 2 598,17	Q. 129 908,50
7,00	CONEXIONES PEDIALES				Q -
7,10	materiales y herramienta	Q. 224,00	UNIDAD	Q. 448,22	Q. 100 401,28
8,00	CAPTACIÓN	Q. 1,00	UNIDAD	Q. 22 111,50	Q. 22 111,50
MONTO TOTAL DEL PROYECTO		Q.			797 022,58

Fuente: elaboración propia, con programa Microsoft Excel 2013.

3.5.4. Costos de operación y mantenimiento

Se tiene contemplado contratar a un fontanero, quien tendrá a su cargo la operación del servicio de agua. Deberá revisar que el sistema opere correctamente. Incluye la supervisión de la captación, línea de conducción, tanque de distribución y red de distribución.

El fontanero contratado deberá darle el mantenimiento necesario al sistema completo, incluyendo al de desinfección. Los fondos para darle

mantenimiento al sistema y la contratación del fontanero se obtendrán del pago mensual de los usuarios por el servicio de agua.

El salario mensual del fontanero será de 3 000,00 quetzales mensuales. Se ha estimado un cantidad de 1 500,00 quetzales mensuales para materiales de mantenimiento.

3.5.5. Estudio tarifario

Cálculo de tarifa mensual

Datos

Número de conexiones = 224

Costo total del proyecto = Q. 797 024,59

Costo de operación y mantenimiento mensual = Q. 4 500,00

La tarifa será la sumatoria de los costos de operación y mantenimiento dividido el número de conexiones.

$Tarifa = 4\,500 / 225 = 20,00$ quetzales mensuales por vivienda o predio.

El cobro será de Q. 25,00 mensual, a petición de la Municipalidad de Morales.

3.6. Evaluación de impacto ambiental

Es una evaluación que sirve para identificar e interpretar los impactos ambientales que se producirán en la zona donde se construirá el sistema de agua potable. La evaluación de impacto ambiental es el trabajo introductorio que sirve para posteriormente realizar un estudio de impacto ambiental, en

donde se determinan todos los factores que puedan afectar directa o indirectamente al medio ambiente. A continuación se presenta la evaluación de impacto ambiental para el proyecto de sistema de agua potable para la aldea Cementerio Gran Cañón.

Características generales del proyecto:

- Dimensión del proyecto: línea de conducción de 2 560 metros, la línea de distribución de 1 550 metros, se diseñará un tanque de almacenamiento de 50 metros cúbicos y un sistema de captación de agua de aproximadamente 7,5 metros cuadrados de construcción.
- Tipo de región: montañosa
- Ancho de zanjas: 0,5 metros
- Profundidad de zanjas: 0,80 metros zona no rural; 1,20 zona rural
- Costo del proyecto: Q. 797 024,59

Características de las zonas cercanas al proyecto:

Área:

Las zonas aledañas a la línea de conducción y al tanque de distribución son áreas boscosas. Para la red de distribución el área es rural, donde no existe mucha vegetación.

Situación legal del terreno donde se construirá la el sistema de agua potable.

Legalmente el área donde se construirá la línea de conducción es propiedad privada. Sin embargo, se llegó a un acuerdo con los propietarios y han aceptado ceder el área por donde pasará la línea de conducción.

El área donde se construirá el tanque de distribución y la red de distribución pertenece a la Municipalidad de Morales, por lo que no existe problema legal.

Trabajos necesarios para la preparación del terreno: limpieza donde se harán las excavaciones para las zanjas. Asimismo se construirá la captación y tanque de distribución, en este lugar deberá removerse toda la vegetación existente.

Uso de recursos naturales del área: cercano al lugar del proyecto existe un banco de materiales de donde se puede obtener piedrín arena de río. Estos materiales serán utilizados para la construcción de cajas rompe-presión.

Sustancias o materiales que serán utilizados: aceites para maquinaria, combustibles para maquinaria, agua, cemento madera, arena, piedrín de 3/8 de pulgada, tubería de pvc de diámetros variables, pegamento para tuberías, juntas para tubería, malla para cercar, candados, varillas de acero, cloro, accesorios para la tubería, rejillas de metal, entre otros.

- Impacto ambiental que será producido por la construcción del sistema de agua potable.

Emisiones de gases perjudiciales: las emisiones serán generadas por la utilización de equipo mecánico como retroexcavadoras, camiones de volteo y compactadoras. Todos los gases serán producto de la combustión de diésel y gasolina.

Desechos sólidos: vegetación que se encuentra en el área del proyecto, residuos de material producidos por el movimiento de tierras y basura generada por los trabajadores.

Desechos líquidos: agua contaminada, combustible y aceites utilizados pueden ser desechos líquidos.

Ruidos y/o vibraciones: en el movimiento de tierras se generan vibraciones y ruidos, también durante la compactación del terreno cuando se haya instalado la tubería.

Contaminación visual: se puede generar al momento de ubicar los bancos de materiales y las casetas de vigilancia en zonas inapropiadas.

- Medidas de mitigación del proyecto

Emisiones de gases perjudiciales: se deberá verificar que la maquinaria se encuentre en buen estado, esto se hará con la finalidad de reducir el consumo de combustible excesivo, que ocurre cuando existen fallas mecánicas en las máquinas.

Desechos sólidos

El material sobrante del movimiento de tierras deberá ser depositado en bancos de materiales autorizados por la municipalidad de Morales, así como también la vegetación que sea removida. La basura generada por los trabajadores deberá ser depositada en contenedores adecuados. Dichos contenedores serán trasladados al basurero municipal.

Desechos líquidos

Deberán depositarse en contenedores para evitar su esparcimiento sobre la zona del proyecto. Los contenedores serán llevados a un lugar de desechos líquidos autorizado por la Municipalidad de Morales.

Ruidos y/o vibraciones:

Para los operadores de la maquinaria, se les dará equipo adecuado para proteger sus oídos. Para evitar problemas con pobladores del lugar, se operará la maquinaria solamente en horario matutino y vespertino. Para evitar vibraciones excesivas, se rentará maquinaria diseñada para ello.

Contaminación visual:

Se deberán instalar las casetas de vigilancia y los bancos de materiales en zonas donde no afecte a la población de la aldea. Al finalizar el proyecto se recomienda reforestar el área donde se instalaron las casetas y bancos de materiales.

3.7. Evaluación socioeconómica

Es una evaluación sobre los factores económicos y sociales que determinarán la rentabilidad y aceptabilidad de un proyecto.

3.7.1. Valor presente neto (VPN)

Es un valor que permite determinar si un proyecto es rentable o no. El valor presente neto (VPN) evalúa la inversión de proyectos a través del tiempo. A continuación se presenta el VPN del proyecto de sistema de agua potable.

Costo del proyecto = Q. 797 024,59

Ingreso por conexión inicial = $225 * Q. 250 = Q. 56 250,00$

Gastos administrativos, por operación y mantenimiento anual =

$$Q. 4 500 * 12 = Q. 54 000,00$$

Ingreso anual por tarifa = $225 * 25 * 12 = Q. 67 500,00$

Diferencia entre gastos e ingresos anuales = $67 500 - 54 000 = Q. 13 500,00$

Tasa de interés activa de Guatemala = 13,75 %

Tiempo de operación del proyecto = 20 años

$$VPN = f + d * \left(\frac{(1 + i)^n - 1}{i * (1 + i)^n} \right)$$

Donde:

VPN = valor presente neto

f = pago único

d = diferencia entre gastos e ingresos

i = interés activo

n = número de años de operación del proyecto

$$VPN = 56 250,00 + 13 500 \left(\frac{(1 + 0,1375)^{20} - 1}{0,1375 * (1 + 0,1375)^{20}} \right) = Q 146 967,28$$

$$Q 797 024,59 > Q 146 967,28$$

El VPN es menor que el costo del proyecto, por lo que se concluye que el proyecto no es rentable. Sin embargo, como el proyecto es para beneficio comunitario no existe problema al respecto, ya que los costos del proyecto serán pagados por la Municipalidad de Morales.

3.7.2. Tasa interna de retorno (TIR)

Es la tasa efectiva anual que hace que el valor actual neto de una determinada inversión de igual a cero.

Tasa interna de retorno:

$$TIR = \frac{(tasa\ 1 - tasa\ 2) * (VPNmenor)}{VPNmayor + VPNmenor} + tasa2$$

Utilizando una tasa de 0,02 se obtendrá el VPN mayor

$$VPN = 56\ 250,00 + 13\ 500 \left(\frac{(1 + 0,02)^{20} - 1}{0,02 * (1 + 0,02)^{20}} \right) = Q\ 276\ 972,82$$

$$TIR = \frac{(tasa\ 1 - tasa\ 2) * (VPNmenor)}{VPNmayor + VPNmenor} + tasa2$$

$$TIR = \frac{(0,1375 - 0,02) * (146\ 967,28)}{276\ 972,82 + 146\ 967,28} + 0,02 = 0,0607$$

Por lo tanto, la TIR será de $0,0607 * 100 = 6,07\ %$ anual

Para que sea viable el proyecto deberá pagarse 6,07% anual del proyecto durante 20 años.

3.8. Cronograma de actividades

La ejecución físicofinanciera del proyecto se presenta en la tabla IX.

Tabla X. Cronograma de ejecución física y financiera

EJECUCION FISICA Y FINANCIERA DE SISTEMA DE AGUA POTABLE																			
Nº	TIEMPO EN MESES	MES 1				MES 2				MES 3				MES 4					
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4		
	TRABAJOS PRELIMINARES				Q32 077,98														
1																			
2	CAPTACIÓN		Q22 111,50																
3	MOVIMIENTO DE TIERRAS				Q111 976,87														
4	LINEA DE CONDUCCION					Q467 965,30													
5	LINEA DE DISTRIBUCION						Q89 176,89												
6	CAJAS ROMPE PRESION												Q43 653,54						
7	TANQUE DE DISTRIBUCION CONEXIONES																Q64 954,18		
8	PREDIALES																	Q100 401,28	
	INVERSION PARCIAL				Q. 166 166,35				Q. 257 142,20				Q. 138 058,98				Q. 235 657,07		
	PORCENTAJE EJECUTADO PARCIAL				20,85%				32,26%				17,32%				29,57%		
	EJECUTADO TOTAL				20,85%				53,11%				70,43%				100,00%		
	TOTAL								Q797 024,60										

Fuente: elaboración propia, con programa Microsoft Excel 2013.

CONCLUSIONES

1. El diseño de la ampliación y mejoramiento de la carretera para la aldea Tenedores y el sistema de agua potable para la aldea Cementerio Gran Cañón serán de beneficio para la comunidad. Con la realización de dichos proyectos aumentará la calidad de vida de sus habitantes.
2. La ampliación y mejoramiento de la carretera en la aldea Tenedores servirá para que los comerciantes de la zona puedan tener un acceso fácil a la aldea. Esto ocasionará un mejoramiento en el comercio local.
3. La construcción del sistema de agua potable para la aldea Cementerio Gran Cañón será de gran ayuda, ya que no deberán de invertir tiempo en acarrear agua del río hasta su vivienda.
4. Se aplicaron los conocimientos teóricos adquiridos en la carrera de Ingeniería Civil en el diseño de los dos proyectos. Además, durante el EPS se colaboró en la Municipalidad de Morales en trabajos de ingeniería que fueron para beneficio de la comunidad. Lo anterior fue de utilidad para poder concluir que el EPS es un trabajo que permite aplicar los conocimientos en proyectos reales y adquirir experiencia en el ámbito laboral.

RECOMENDACIONES

1. Utilizar materiales que tengan garantías del fabricante. Esto se hace con el objetivo de evitar posibles fallos en los materiales. También es importante que los proyectos se desarrollen de acuerdo a las especificaciones y planos que se presentan en este trabajo.
2. Por la tasa de crecimiento poblacional positiva que hay en la aldea Tenedores, es importante que en futuro se diseñe la pavimentación de la carretera.
3. Para evitar el desperdicio de agua potable, se recomienda que la Municipalidad de Morales realice reuniones comunitarias explicando los usos adecuados del agua.
4. Concientizar a las comunidades beneficiadas del uso adecuado que se les debe dar a las obras de infraestructura vial y que de alguna forma apoyen en los proyectos que serán para su beneficio.

BIBLIOGRAFÍA

1. BOWLES, Joseph E. *Manual de laboratorio de suelos de ingeniería civil*. México: McGraw-Hill, 213 p.
2. CÁRDENAS GRISALES James, *Diseño geométrico de carretera*. 2a ed. Colombia: Lito Perla, 2002. 100 p.
3. CRESPO VILLALAZ, Carlos. *Mecánica de suelos y cimentaciones*. 5a ed. México: Limusa, 640 p.
4. _____. *Vías de comunicación, caminos, ferrocarriles, aeropuertos, puentes y puertos*. México: Limusa, 1979. 150 p.
5. *Dirección General de Caminos, Especificaciones Generales para la Construcción de Carreteras y Puentes*. Guatemala: Ministerio de Comunicaciones, Infraestructura y Vivienda. 724 p.
6. Instituto de Fomento Municipal. Unidad Ejecutora del Programa de Acueductos Rurales UNEPAR. *Guía para el abastecimiento de agua potable en zonas rurales*. Guatemala: INFOM, 1997 40 p.
7. MOTT, Robert. *Mecánica de fluidos*. 6a. ed. Estados Unidos: Pearson Prentice-Hall, 647 p.

8. Oficina Sanitaria Panamericana. *Normas de diseño de abastecimientos de agua potable a zonas rurales de Guatemala*. Guatemala: OPS, 1997. 107 p.
9. ROCHA FELICES, Arturo, *Hidráulica de tuberías y canales*. Perú: UNI. 2007. 530 p.

APÉNDICES

Apéndice 1. Cálculo de curvas horizontales

No. De curva	R (m)	G	Δ	delta en rad.	Lc (m)	St (m)	E (m)	OM (m)	Cm (m)	Sa (m)	e (%)	Lt (m)
1	56,26	20,37	28,9825	0,5058	28,46	14,54	1,85	1,79	28,16	0,84	1,77	5,08
2	50,29	22,79	30,3264	0,5293	26,62	13,63	1,81	1,75	26,31	0,92	1,58	5,68
3	40,60	28,22	25,9264	0,4525	18,37	9,35	1,06	1,03	18,22	1,11	1,28	7,04
4	146,35	7,83	8,5865	0,1499	21,93	10,99	0,41	0,41	21,91	0,38	4,61	1,95
5	81,52	14,06	32,7897	0,5723	46,65	23,98	3,46	3,31	46,02	0,62	2,56	3,50
6	173,39	6,61	13,5672	0,2368	41,06	20,63	1,22	1,21	40,96	0,34	5,46	1,65
7	59,73	19,18	37,1897	0,6491	38,77	20,10	3,29	3,12	38,09	0,80	1,88	4,78
8	257,41	4,45	8,2438	0,1439	37,04	18,55	0,67	0,67	37,00	0,25	8,10	1,11
9	40,92	28,00	37,4403	0,6535	26,74	13,87	2,29	2,16	26,27	1,10	1,29	6,98
10	288,10	3,98	6,3075	0,1101	31,72	15,87	0,44	0,44	31,70	0,23	9,07	0,99
11	298,85	3,83	8,0647	0,1408	42,06	21,07	0,74	0,74	42,03	0,22	9,41	0,96
12	94,60	12,11	20,7360	0,3619	34,24	17,31	1,57	1,54	34,05	0,54	2,98	3,02
13	58,63	19,54	78,8633	1,3764	80,70	48,21	17,28	13,35	74,48	0,81	1,84	4,87
14	25,07	45,71	82,1113	1,4331	35,93	21,84	8,18	6,17	32,93	1,71	0,79	11,40
15	109,45	10,47	12,3295	0,2152	23,55	11,82	0,64	0,63	23,51	0,48	3,44	2,61
16	64,12	17,87	30,5232	0,5327	34,16	17,50	2,34	2,26	33,76	0,75	2,02	4,46
17	65,00	17,63	72,6422	1,2678	82,41	47,78	15,67	12,63	77,00	0,74	2,04	4,40
18	20,87	54,91	95,7620	1,6714	34,88	23,08	10,25	6,87	30,96	2,03	0,65	13,69
19	20,00	57,30	76,1935	1,3298	26,60	15,68	5,41	4,26	24,68	2,12	0,63	14,29
20	50,45	22,71	67,3270	1,1751	59,28	33,60	10,16	8,46	55,93	0,92	1,59	5,66
21	39,88	28,73	18,7234	0,3268	13,03	6,57	0,54	0,53	12,97	1,13	1,25	7,16
22	60,40	18,97	18,2708	0,3189	19,26	9,71	0,78	0,77	19,18	0,79	1,90	4,73
23	104,38	10,98	35,7338	0,6237	65,10	33,65	5,29	5,03	64,05	0,50	3,28	2,74
24	40,00	28,65	65,8681	1,1496	45,98	25,91	7,66	6,43	43,49	1,12	1,26	7,14
25	51,30	22,34	60,1279	1,0494	53,84	29,69	7,97	6,90	51,40	0,91	1,61	5,57
26	100,61	11,39	16,9478	0,2958	29,76	14,99	1,11	1,10	29,65	0,52	3,17	2,84
27	112,88	10,15	17,8761	0,3120	35,22	17,75	1,39	1,37	35,08	0,47	3,55	2,53
28	113,93	10,06	12,7187	0,2220	25,29	12,70	0,71	0,70	25,24	0,47	3,59	2,51
29	81,35	14,09	16,4740	0,2875	23,39	11,78	0,85	0,84	23,31	0,62	2,56	3,51
30	81,11	14,13	29,8816	0,5215	42,30	21,64	2,84	2,74	41,82	0,62	2,55	3,52
31	50,00	22,92	16,5879	0,2895	14,48	7,29	0,53	0,52	14,43	0,93	1,57	5,71
32	106,58	10,75	12,0326	0,2100	22,38	11,23	0,59	0,59	22,34	0,49	3,35	2,68
33	56,00	20,46	31,6620	0,5526	30,95	15,88	2,21	2,12	30,55	0,84	1,76	5,10
34	13,50	84,88	63,0564	1,1005	14,86	8,28	2,34	1,99	14,12	3,17	0,42	21,16
35	11,64	98,45	67,7504	1,1825	13,76	7,81	2,38	1,98	12,98	3,77	0,36	24,55
36	20,00	57,30	92,5705	1,6157	32,31	20,92	8,94	6,18	28,91	2,12	0,63	14,29
37	12,63	90,73	103,3682	1,8041	22,79	15,98	7,74	4,80	19,82	3,42	0,39	22,62

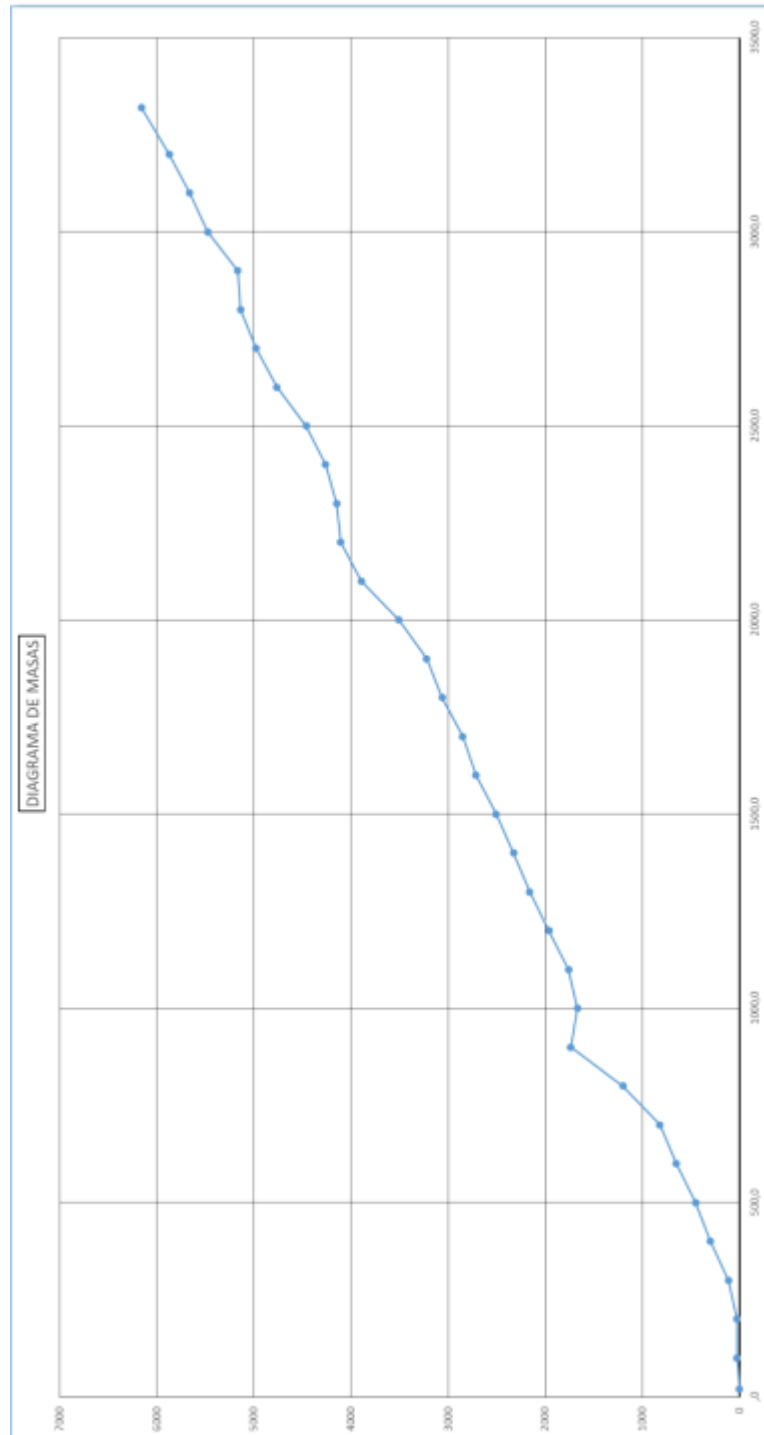
Fuente: elaboración propia, con programa Microsoft Excel 2013.

Apéndice 2. Cálculo de curvas verticales

No. De curva	Pendiente de entrada	Pendiente de salida	diferencia de pendientes	tipo de curva	constante K	LCV mínimo	LCV utilizado	ORDENADA MÁXIMA
1	0,17	14	13,83	concava	2	27,66	28,55	0,50
2	14	-0,10	-14,1	convexa	1	14,1	28,55	0,51
3	-0,10	-9,16	-9,06	convexa	1	9,06	18,32	0,21
4	-9,16	-0,15	9,01	concava	2	18,02	47,36	0,54
5	-0,15	-2,46	-2,31	convexa	1	2,31	4,92	0,02
6	-2,46	-0,16	2,3	concava	2	4,6	4,6	0,02
7	-0,16	-6,46	-6,30	convexa	1	6,3	18,92	0,15
8	-6,46	-0,75	5,71	concava	2	11,42	17,16	0,13
9	-0,75	0,75	1,5	concava	2	3	3	0,01
10	0,75	0,23	-0,52	convexa	1	0,52	18,41	0,02
11	0,23	-2,44	-2,67	convexa	1	2,67	10,41	0,04
12	-2,44	0,94	3,38	concava	2	6,76	12	0,06
13	0,94	-5,8	-6,74	convexa	1	6,74	28,23	0,24
14	-5,8	-1,74	4,06	concava	2	8,12	16,22	0,09
15	-1,74	-1,11	0,63	concava	2	1,26	4,45	0,01
16	-1,11	0,33	1,44	concava	2	2,88	19,56	0,04
17	0,33	-0,53	-0,86	convexa	1	0,86	14,56	0,02
18	-0,53	4,89	5,42	concava	2	10,84	44,85	0,31
19	4,89	0,3	-4,59	convexa	1	4,59	28,6	0,17
20	0,3	3	2,7	concava	2	5,4	9,17	0,04
21	3,00	-3,06	-6,06	convexa	1	6,06	11,58	0,09
22	-3,06	-0,05	3,01	concava	2	6,02	28,06	0,11
23	-0,05	-3,86	-3,81	convexa	1	3,81	34,34	0,17
24	-3,86	10,17	14,03	concava	2	28,06	29	0,51
25	10,17	-7	-17,17	convexa	1	17,17	45	0,97
26	-7	-12,91	-5,91	convexa	1	5,91	17,71	0,14
27	-12,91	-1,43	11,48	concava	2	22,96	45,91	0,66
28	-1,43	-6,26	-4,83	convexa	1	4,83	14,48	0,09
29	-6,26	-0,27	5,99	concava	2	11,98	17,95	0,14
30	-0,27	-4,01	-3,74	convexa	1	3,74	14,94	0,07
31	-4,01	0,1	4,11	concava	2	8,22	12,03	0,07
32	0,1	-3,5	-3,6	convexa	1	3,6	14	0,07
33	-3,50	0,19	3,69	concava	2	7,38	14,76	0,07
34	0,19	0,92	0,73	concava	2	1,46	1,46	0,01
35	0,92	0,16	-0,76	convexa	1	0,76	2,27	0,01
36	0,16	1,32	1,16	concava	2	2,32	5,8	0,01
37	1,32	0,14	-1,18	convexa	1	1,18	5,66	0,01
38	0,14	-0,09	-0,23	convexa	1	0,23	6,86	0,01
39	-0,09	-1,81	-1,72	convexa	1	1,72	8,5	0,02
40	-1,81	-0,11	1,7	concava	2	3,4	8,29	0,02
41	-0,11	1,55	1,66	concava	2	3,32	3,41	0,01
42	1,55	0,7	-0,85	convexa	1	0,85	2,85	0,01
43	0,70	-0,02	-0,72	convexa	1	0,72	14,21	0,02
44	-0,02	-7,12	-7,1	convexa	1	7,1	9,97	0,09
45	-7,12	-2,7	4,42	concava	2	8,84	8,85	0,05
46	-2,7	0,01	2,71	concava	2	5,42	10,09	0,04
47	0,01	3,36	3,35	concava	2	6,7	6,73	0,03
48	3,36	0,02	-3,34	convexa	1	3,34	26,49	0,12
49	0,02	-6,2	-6,22	convexa	1	6,22	15,07	0,12
50	-6,2	2,41	8,61	concava	2	17,22	17,29	0,19
51	2,41	-0,1	-2,51	convexa	1	2,51	5,01	0,02
52	-0,1	-1,09	-0,99	convexa	1	0,99	1,98	0,01
53	-1,09	-1,97	-0,88	convexa	1	0,88	2,65	0,01
54	-1,97	1,63	3,6	concava	2	7,2	7,2	0,04

Fuente: elaboración propia, con programa Microsoft Excel 2013.

Apéndice 3. Diagrama de masas



Fuente: elaboración propia, con programa Microsoft Excel 2013.

Apéndice 4. Cálculo de línea de conducción

E	P.O.	LONGITUD	Q (l/s)	COTA INICIAL	COTA FINAL	Hf tramo ant.	Hf	Hf total	COEFICIENTE C	CALCULO DE DIAMETRO	DIAMETRO A UTILIZAR	PERDIDAS POR CARGA	LONGITUD DE TUBO	PERDIDA REAL	VELOCIDAD	PRESION ESTATICA		PRESION DINAMICA		C.P.Z. INICIAL	C.P.Z. FINAL
																INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL		
E-1	E-7	235,00	3,48	228,45	222,09	0,00	6,36	6,36	150,00	2,33	3,00	1,84	235,00	1,84	0,77	0,00	6,36	0,00	4,52	228,45	226,61
E-7	E-27	492,63	3,48	222,09	162,05	6,36	60,04	66,40	150,00	1,67	3,00	3,86	492,63	3,86	0,77	6,36	66,40	4,52	60,70	226,61	222,75
E-27	0+740	12,36	3,48	162,05	161,79	66,40	0,26	66,66	151,00	0,78	3,00	0,10	12,36	0,10	0,77	66,40	66,66	60,70	60,87	222,75	222,65
0+740	E-31, 0+829	89,54	3,48	161,79	147,02	66,66	14,77	81,43	150,00	1,13	2,00	5,05	89,54	5,05	1,72	66,66	81,43	60,87	70,98	222,65	217,60
E-31	E-46, 1+383	554,36	3,48	147,02	117,50	0,00	29,52	29,52	150,00	2,02	3,00	4,34	554,36	4,34	0,77	0,00	29,52	0,00	25,18	147,02	142,68
E-46	1+480	96,11	3,48	117,50	105,39	0,00	12,11	12,11	150,00	1,70	3,00	0,75	96,11	0,75	0,77	0,00	12,11	0,00	11,36	117,50	116,75
1+480	2+220	740,00	3,48	105,39	70,08	12,11	35,31	47,42	150,00	1,95	3,00	5,80	740,00	5,80	0,77	12,11	47,42	11,36	40,87	116,75	110,95
2+220	2+400	180,00	3,48	70,08	82,13	47,42	-12,05	35,37	150,00	1,55	2,00	10,16	180,00	10,16	1,72	47,42	35,37	40,87	18,66	110,95	100,79
2+400	2+520	120,00	3,48	82,13	91,50	35,37	-9,37	26,00	150,00	1,52	2,00	6,77	120,00	6,77	1,72	35,37	26,00	18,66	2,51	100,79	94,01
2+520	E-65, 2+560	40,00	3,48	91,50	79,00	26,00	12,50	38,50	150,00	1,12	1,50	9,17	40,00	9,17	3,00	26,00	38,50	2,51	5,85	94,01	84,85

Fuente: elaboración propia, con programa Microsoft Excel 2013.

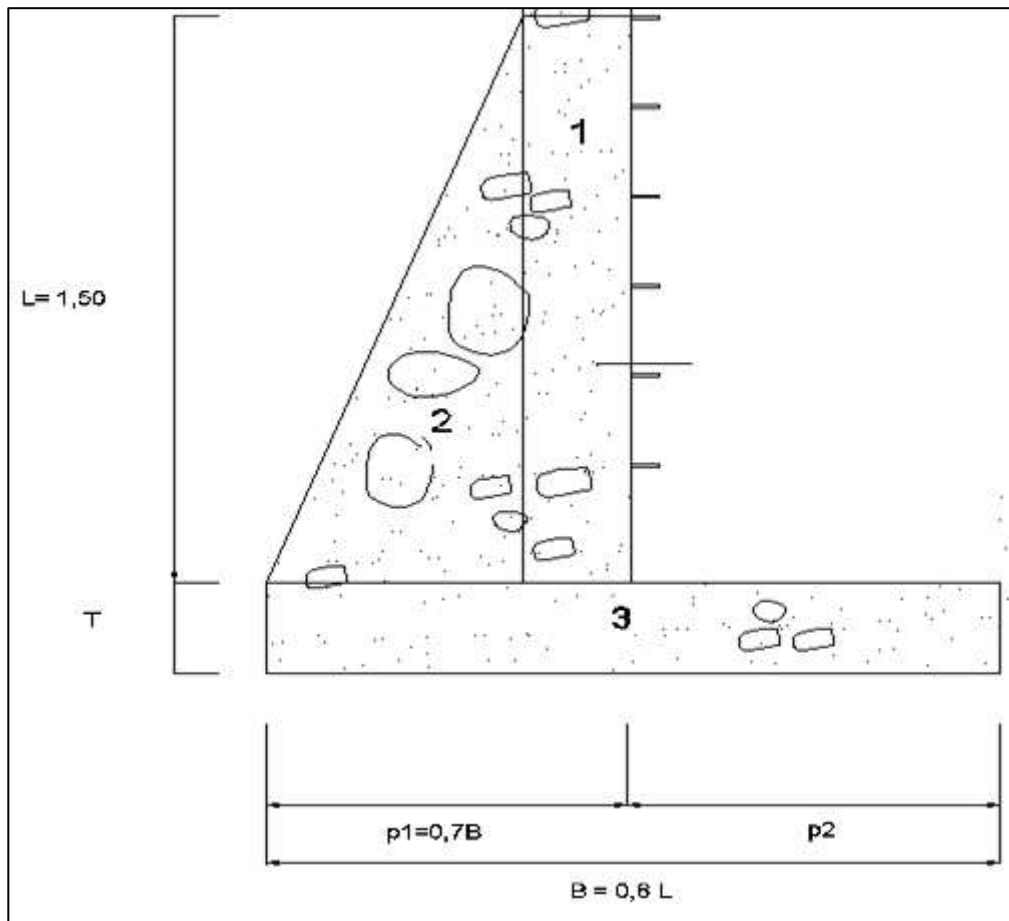
Apéndice 5. Cálculo de red de distribución

														PRESION ESTATICA				PRESION DINAMICA						
E	P.O.	LONGITUD	VIVIENDAS FUTURAS	Quoo simultaneo (l/s)	Quantiano utilizado (l/s)	Q e (l/s)	COTA INICIAL	COTA FINAL	Hframo anterior	Hf	Hframo ant.+Hf	COEFICIENTE C	CALCULO DE DIAMETRO	DIAMETRO A UTILIZAR	PERDIDAS POR CARGA	LONGITUD DE TUBO	PERDIDA REAL	VELOCIDAD (m/s)	PRESION ESTATICA		PRESION DINAMICA			
																			inicial	final	inicial	final		
65	67	31.21	2.00	0.44	0.03	0.44	79.00	57.00	0.00	22.00	22.00	150.00	0.54	2.00	0.04	31.21	0.04	0.22	0.00	22.00	0.00	21.96	79.00	78.96
67	74	89.42	20.00	0.87	0.31	0.87	57.00	54.89	22.00	2.11	24.11	150.00	0.86	2.00	0.39	89.42	0.39	0.22	22.00	24.11	21.96	23.69	78.96	78.57
74	85	165.37	15.00	0.74	0.23	0.74	54.88	53.00	24.11	1.88	25.99	150.00	0.90	1.00	15.57	165.37	15.57	0.22	24.11	26.00	23.69	10.01	78.57	63.00
67	71	51.25	10.00	0.80	0.16	0.80	57.00	56.30	22.00	0.70	22.70	150.00	0.75	1.00	5.57	51.25	5.57	1.58	22.00	22.70	21.96	17.09	78.96	73.39
74	78	133.95	13.00	0.69	0.20	0.69	54.89	53.08	24.11	1.81	25.92	150.00	0.84	1.00	11.08	133.95	11.08	1.58	24.11	25.92	23.69	14.42	78.57	67.49
74	94	376.68	47.00	1.35	0.73	1.35	54.89	44.30	24.11	10.59	34.70	150.00	1.26	2.00	3.69	376.68	3.69	1.58	24.11	34.70	23.69	30.59	78.57	74.89
94	96	194.43	37.00	1.20	0.57	1.20	44.30	43.02	34.70	1.28	35.98	150.00	1.05	2.00	1.53	194.43	1.53	1.58	34.70	35.98	30.59	30.34	74.89	73.35
94	100	153.37	18.00	0.82	0.28	0.82	44.30	26.68	34.70	17.62	52.32	150.00	0.80	2.00	0.60	153.37	0.60	1.58	34.70	52.32	30.59	47.61	74.89	74.29
100	105	106.99	28.00	1.03	0.43	1.03	26.68	25.20	52.32	1.48	53.80	150.00	0.90	2.00	1.12	106.99	1.12	1.58	52.32	53.80	47.61	47.97	74.29	73.17
105	108	114.60	20.00	0.69	0.31	0.69	25.20	24.20	53.80	1.00	54.80	150.00	0.70	2.00	0.32	114.60	0.32	1.58	53.80	54.80	47.97	48.65	73.17	72.84
100	101	18.07	3.00	0.28	0.05	0.28	26.68	23.74	52.32	2.94	55.26	150.00	0.34	1.00	0.28	18.07	0.28	1.58	52.32	55.26	47.61	50.27	74.29	74.01
105	106	38.15	11.00	0.63	0.17	0.63	25.20	24.21	53.80	0.99	54.79	150.00	0.54	2.00	0.09	38.15	0.09	1.58	53.80	54.79	47.97	48.87	73.17	73.08

Fuente: elaboración propia, con programa Microsoft Excel 2013.

Apéndice 6. Diseño de muros de gravedad para el tanque de distribución

Predimensionamiento



Fuente: elaboración propia, con programa AutoCad 2015.

Apéndice 7. Fórmulas

$$B = 0,6 * 1,50 = 0,9 \text{ m}$$

$$T = 0,30 \text{ m}$$

$$p1 = 0,7 * 0,9 = 0,63 \text{ m}$$

$$p2 = 0,9 - 0,63 = 0,27 \text{ m}$$

El ancho del muro en la parte superior será de 0,30 metros.

- Determinación de cargas y momentos que deberá soportar el muro.

- Momentos activos provocados por el agua:

$$\text{Momento agua} = Ma = \text{carga del agua} * \text{brazo}$$

$$\text{Carga del agua} = 1 \text{ t/m}^3 * 1,50 \text{ m} * 0,5 * 1,50 \text{ m} = 1,13 \text{ t/m}$$

$$\text{Brazo} = (1/3 * 1,50 \text{ m}) + 0,30 \text{ m} = 0,8 \text{ m}$$

$$\text{Momento agua} = 1,13 * 0,8 = 0,904 \text{ t/m} * \text{m}$$

- Momentos pasivos del muro:

- Figura 1:

$$\text{Peso} = 2,450 \text{ t/m}^3 * 0,30 \text{ m} * 1,50 \text{ m} = 1,1 \text{ t/m}$$

$$\text{Brazo} = (1,5 \text{ m} * 0,5) + 0,30 \text{ m} = 1,05 \text{ m}$$

$$\text{Momento} = 1,1 * 1,05 = 1,15 \text{ T/m} * \text{m}$$

- Figura 2:

$$\text{Peso} = 2,450 \text{ t/m}^3 * 0,5 * 0,33 * 1,50 \text{ m} = 0,61 \text{ t/m}$$

$$\text{Brazo} = 2/3 * 0,5 * 1,5 \text{ m} = 0,5 \text{ m}$$

$$\text{Momento} = 0,61 * 0,5 = 0,31 \text{ T/m} * \text{m}$$

- Figura 3:

$$\text{Peso} = 2,450 \text{ t/m}^3 * 0,3 * 0,9 = 0,66 \text{ t/m}$$

$$\text{Brazo} = 0,5 * 0,9 \text{ m} = 0,45 \text{ m}$$

$$\text{Momento} = 0,66 * 0,45 = 0,30 \text{ T/m} * \text{m}$$

Ahora se calculará el momento generado por la losa superior del tanque.

$$\text{Momento de la losa} = \text{carga de la losa} * \text{brazo}$$

$$\text{Carga de la losa} = \text{carga ultima total} * (\text{área tributaria/L})$$

$$\text{Carga de la losa} = 716,5 \text{ kg/m}^2 * (11,18 / 7,07) = 1\,133,02 \text{ kg/m} = 1,13 \text{ t/m}$$

$$\text{Brazo} = 2,37/2 = 1,2 \text{ m}$$

$$\text{Momento de la losa} = 1,13 * 1,2 = 1,36 \text{ t/m} * \text{m}$$

Por último se chequeará si el muro cumple la estabilidad contra volteo deslizamiento y las presiones.

- Estabilidad contra volteo:

$$\text{Estabilidad contra volteo} = (\text{Mmuro} + \text{Mlosa}) / \text{Magua} > 1,5$$

Fuente: elaboración propia, con aportes del Manual de diseño de muros de contención, de Jorge Alva Hurtado.

Apéndice. 8. **Estabilidad contra volteo**

$$= (1,15 + 0,31 + 0,30 + 1,36) / 0,90 = 3,47 > 1,5$$

- Estabilidad contra deslizamiento:

$$\text{Fd} = (\text{sumatoria de fuerzas pasivas} / \text{sumatoria de fuerzas activas}) * \beta \tan 30 > 1,5$$

$$\text{Fd} = (3,5 / 1,13) * 0,9 * \tan 30 = 1,61 > 1,5$$

- Verificación de presiones

$$X = \text{sumatoria de momentos} / (\text{peso del muro y peso del agua})$$

$$X = (3,12 - 0,90) / (3,5 + 1,13) = 0,48$$

$$\frac{q_{max}}{q_{min}} = \frac{\text{peso del muro}}{B * L} \left(1 \pm \frac{6e}{B}\right)$$

Donde:

q_{max} = capacidad soporte del suelo máximo

q_{min} = capacidad soporte del suelo mínimo

B = base

L = longitud

e = excentricidad

Para determinar la excentricidad se utilizará la siguiente fórmula:

$$e = \text{valor absoluto } (B / 2 - X) = 0,45 - 0,48 = 0,03$$

$$q_{max} = \frac{3,5}{0,9 * 1} \left(1 + \frac{6 * 0,03}{0,9}\right) = 4,6 \frac{\text{ton}}{\text{m}^2} < 15 \frac{\text{ton}}{\text{m}^2}$$

$$q_{min} = \frac{3,5}{0,9 * 1} \left(1 - \frac{6 * 0,03}{0,9}\right) = 3,11 \frac{\text{ton}}{\text{m}^2} > 0$$

A continuación se presenta el chequeo por corte del talón del muro.

Corte que resiste el talón:

$$V_{cu} = \frac{0,85 * 0,53 * \sqrt{210} * 100 * 30}{1\,000} = 19,60 \text{ toneladas}$$

El corte actuante es:

$$V_a = \frac{\text{peso talon} * \text{base talon}}{2}$$

$$V_a = \frac{((2,45 * 1 * 0,30) + (1 * 1 * 1,50)) * 0,27}{2} = 0,30 \text{ toneladas}$$

Como $V_{cu} > V_a$ entonces talón si resiste las fuerzas aplicadas.

El muro si cumple con todos los criterios anteriormente presentados.

Fuente: HURTADO, Jorge, Manual de Diseño de Muros de Contención, p, 5-15

Apéndice 9. Presupuesto desglosado de la ampliación y mejoramiento de carretera para la aldea Tenedores

DESCRIPCIÓN DEL RENGLÓN		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
1,1	Topografía	km	3,309	Q. 3750,00	Q. 12 463,88
MATERIALES Y HERRAMIENTA					
DESCRIPCIÓN DEL INSUMO		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Estacas		UNIDAD	245	Q. 1,50	Q. 367,50
trompos		UNIDAD	385	Q. 1,00	Q. 385,00
Machete		UNIDAD	2	Q. 80,00	Q. 160,00
TOTAL MATERIALES Y HERRAMIENTA					
					Q. 912,50
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDAD		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Levantamiento Topográfico		ml	3 328,00	Q. 2,50	Q. 8 320,00
TOTAL MANO DE OBRA CALIFICADA					
					Q. 8 320,00
MANO DE OBRA NO CALIFICADA	CANT. JORNAL	PRECIO JORNAL	Nº. AYUDANTES		
RESUMEN					
TOTAL COSTO DIRECTO (MATERIALES + EQUIPO + COMBUSTIBLE + MANO DE OBRA CALIF + FLETES):					Q. 9 232,50
TOTAL COSTO INDIRECTO (ADMINISTRACIÓN + FIANZAS + SUPERVISIÓN + UTILIDAD):					Q. 3 231,38
SUB - TOTAL (SUMA DE DIRECTOS + INDIRECTOS)					Q. 12 463,88
TOTAL DEL RENGLÓN					
					Q. 12 463,88
PRECIO UNITARIO DEL RENGLÓN					Q. 3,75

Continuación del apéndice 9.

DESCRIPCIÓN DEL RENGLÓN		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
2,1	Excavación no clasificada de desperdicio	M3	6 159,79	Q. 41,8900	Q. 258 003,79
MATERIALES Y HERRAMIENTA					
DESCRIPCIÓN DEL INSUMO		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
TOTAL MATERIALES Y HERRAMIENTA					Q. -
EQUIPO Y MAQUINARIA					
DESCRIPCIÓN	RENDIMIENTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Patrol o motoniveladora	59 ml/h	horas	66,52	Q. 500,00	Q. 33 260,29
CAT D6D	25 M3/h	horas	236,98	Q. 500,00	Q. 118 489,80
TOTAL EQUIPO Y MAQUINARIA					Q. 151 750,10
TRASLADO DE MATERIALES (FLETES)					
DESCRIPCIÓN		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Camion para retiro de material		viaje	94,79	Q. 350,00	Q. 33 177,14
TOTAL TRASLADO DE MATERIALES (FLETES)					Q. 33 177,14
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDAD		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
TOTAL MANO DE OBRA CALIFICADA					-
MANO DE OBRA NO CALIFICADA	CANT. JORNALES	PRECIO JORNAL	No. AYUDANTES		
AYUDANTES PARA CHAPEO	16	87	6		Q. 8 352,00
RESUMEN					
TOTAL COSTO DIRECTO (MATERIALES + EQUIPO + COMBUSTIBLE + MANO DE OBRA CALIF + FLETES):					Q. 184 927,25
TOTAL COSTO INDIRECTO (ADMINISTRACIÓN + FIANZAS + SUPERVISIÓN + UTILIDAD):					Q. 64 724,54
SUB - TOTAL (SUMA DE DIRECTOS + INDIRECTOS)					Q. 249 651,79
TOTAL DEL RENGLÓN					Q. 258 003,79
PRECIO UNITARIO DEL RENGLÓN					Q. 41,89

Continuación del apéndice 9.

DESCRIPCIÓN DEL RENGLÓN			UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Excavación no clasificada		M3	1 248,19		Q. 55,400	Q.69 150,00
MATERIALES Y HERRAMIENTA						
DESCRIPCIÓN DEL INSUMO			UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
TOTAL MATERIALES Y HERRAMIENTA						Q.0,00
EQUIPO Y MAQUINARIA						
DESCRIPCIÓN	RENDIMIENTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL	
Patrol o motoniveladora	59 ml/h	horas	15	Q. 500,00	Q.7 500,00	
CAT D6D	25 M3/h	horas	49	Q.500,00	Q.24 500,00	
COMPACTADORA	290m2/h	horas	25	Q.400,00	Q.10 000,00	
TOTAL EQUIPO Y MAQUINARIA						Q.32 000,00
TRASLADO DE MATERIALES (FLETES)						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL		
Camion para traslado de material	viaje	20	Q. 350,00	Q.7 000,00		
TOTAL TRASLADO DE MATERIALES (FLETES)						Q.7 000,00
MANO DE OBRA						
DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDAD	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL		
TOTAL MANO DE OBRA CALIFICADA						Q.0,00
MANO DE OBRA NO CALIFICADA	CANT. JORNALES	PRECIO JORNAL	No. AYUDANTES			
AYUDANTES PARA COMPACTAR	15	110	10		Q.16 500,00	
RESUMEN						
TOTAL COSTO DIRECTO (MATERIALES + EQUIPO + COMBUSTIBLE + MANO DE OBRA CALIF + FLETES):						Q.39 000,00
TOTAL COSTO INDIRECTO (ADMINISTRACIÓN + FIANZAS + SUPERVISIÓN + UTILIDAD):						Q.13 650,00
SUB - TOTAL (SUMA DE DIRECTOS + INDIRECTOS)						Q.52 650,00
TOTAL DEL RENGLÓN						Q.69 150,00
PRECIO UNITARIO DEL RENGLÓN						Q.55,40

Continuación del apéndice 9.

DESCRIPCIÓN DEL RENGLÓN		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
3,1	Compactación, reacondicionamiento	m2	18 304,00	Q. 17,54	Q. 320 896,38
MATERIALES Y HERRAMIENTA					
DESCRIPCIÓN DEL INSUMO		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
palas		Unidad	2	Q. 125,00	Q. 188 614,09
piochas		Unidad	2	Q. 125,00	Q. 26 253,60
TOTAL MATERIALES Y HERRAMIENTA					Q. 214 867,69
EQUIPO Y MAQUINARIA					
DESCRIPCIÓN		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Vibro Compactador para compactar		Horas maquina	26	Q. 600,00	Q. 15 600,00
Motoniveladora para nivelar la superficie		Horas maquina	27	Q. 500,00	Q. 13 500,00
camión de volteo para traslado de materiales		Viaje	10	Q. 350,00	Q. 3 500,00
TOTAL EQUIPO Y MAQUINARIA					Q. 19 100,00
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDAD		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
					Q. -
TOTAL MANO DE OBRA CALIFICADA					Q. -
MANO DE OBRA NO CALIFICADA	CANT. JORNALES	PRECIO JORNAL	No. AYUDANTES		
ayudantes	15	84	4		Q. 5 040,00
RESUMEN					
TOTAL COSTO DIRECTO (MATERIALES + EQUIPO + COMBUSTIBLE + MANO DE OBRA CALIF + FLETES):					Q. 233 967,69
TOTAL COSTO INDIRECTO (ADMINISTRACIÓN + FIANZAS + SUPERVISIÓN + UTILIDAD):					Q. 81 888,69
SUB - TOTAL (SUMA DE DIRECTOS + INDIRECTOS)					Q. 315 856,38
TOTAL DEL RENGLÓN					Q. 320 896,38
PRECIO UNITARIO DEL RENGLÓN					Q. 17,54

Continuación del apéndice 9.

DESCRIPCIÓN DEL RENGLÓN		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
4,1	Capa de balasto	M3	2 745,60	Q. 204,85	Q. 562 430,70
MATERIALES Y HERRAMIENTA					
DESCRIPCIÓN DEL INSUMO		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Material balasto		m3	2745,6	Q. 40,00	Q. 109 824,00
TOTAL MATERIALES Y HERRAMIENTA					Q. 109 824,00
EQUIPO Y MAQUINARIA					
DESCRIPCIÓN		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Camión de volteo		Hora	45	Q. 495,00	Q. 22 275,00
Motoniveladora		Hora	45	Q. 500,00	Q. 22 500,00
Rodo		Hora	70	Q. 475,00	Q. 33 250,00
Camión cisterna		Viaje	5	Q. 325,00	Q. 1 625,00
TOTAL EQUIPO Y MAQUINARIA					Q. 82 900,00
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDAD		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Colocación de capa de balasto		m3	2 745,60	Q. 80,00	Q. 219 648,00
TOTAL MANO DE OBRA CALIFICADA					Q. 219 648,00
MANO DE OBRA NO CALIFICADA	CANT. JORNALES	PRECIO JOR	No. AYUDANTES		
DESCARGA DE MATERIAL	6	84	4		Q. 2 016,00
Ayudantes de Albañiles	30	90	3		Q. 8 100,00
Total de Mano de Obra No Calificada					Q. 10 116,00
RESUMEN					
TOTAL COSTO DIRECTO (MATERIALES + EQUIPO + COMBUSTIBLE + MANO DE OBRA CALIF + FLETES):					Q. 409 122,00
TOTAL COSTO INDIRECTO (ADMINISTRACIÓN + FIANZAS + SUPERVISIÓN + UTILIDAD):					Q. 143 192,70
SUB - TOTAL (SUMA DE DIRECTOS + INDIRECTOS)					Q. 552 314,70
TOTAL DEL RENGLÓN					Q. 562 430,7000
PRECIO UNITARIO DEL RENGLÓN M3					Q. 204,85

Continuación del apéndice 9.

DESCRIPCIÓN DEL RENGLÓN		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
5,1	Cuneta revestida	ML	3 600,00	Q. 62,44	Q. 224 788,50
MATERIALES Y HERRAMIENTA					
DESCRIPCIÓN DEL INSUMO		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Palas		Unidad	5	Q. 125,00	Q. 625,00
Piochas		Unidad	5	Q. 125,00	Q. 625,00
TOTAL MATERIALES Y HERRAMIENTA					Q. 1 250,00
EQUIPO Y MAQUINARIA					
DESCRIPCIÓN		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Compactadoras		ML	3 600,00	Q. 40	Q. 144 000,00
TOTAL EQUIPO Y MAQUINARIA					Q. 144 000,00
TRASLADO DE MATERIALES (FLETES)					
DESCRIPCIÓN		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Camión para trasladar las compactadoras		Viaje	10	Q. 350,00	Q. 3 500,00
TOTAL TRASLADO DE MATERIALES (FLETES)					Q. 3 500,00
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDAD		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Colocacion de capa de balasto		ML	3 600,00	Q. 4,00	Q. 14 400,00
TOTAL MANO DE OBRA CALIFICADA					Q. 14 400,00
MANO DE OBRA NO CALIFICADA	CANT. JORNALES	PRECIO JORNAL	No. AYUDANTES		
Descarga de material	1	84	4		Q. 336,00
Ayudantes para colocar balasto	10	84	5		Q. 4 200,00
Total de Mano de Obra No Calificada					Q. 4 536,00
RESUMEN					
TOTAL COSTO DIRECTO (MATERIALES + EQUIPO + COMBUSTIBLE + MANO DE OBRA CALIF + FLETES):					Q. 163 150,00
TOTAL COSTO INDIRECTO (ADMINISTRACIÓN + FIANZAS + SUPERVISIÓN + UTILIDAD):					Q. 57 102,50
SUB - TOTAL (SUMA DE DIRECTOS + INDIRECTOS)					Q. 220 252,50
TOTAL DEL RENGLÓN					Q. 224 788,50
PRECIO UNITARIO DEL RENGLÓN					Q. 62,44

Continuación del apéndice 9.

DESCRIPCIÓN DEL RENGLÓN		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
5,2,1	Tubería (drenaje transversal)	ML	234	Q. 1 847,12	Q. 432 226,50
MATERIALES Y HERRAMIENTA					
DESCRIPCIÓN DEL INSUMO		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Tubo hg de 36 pulgadas		ML	280	Q. 1 050,00	Q. 294 000,00
TOTAL MATERIALES Y HERRAMIENTA					Q. 294 000,00
TRASLADO DE MATERIALES (FLETES)					
DESCRIPCIÓN		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Traslado de materiales (fletes)		Viaje	10	Q. 350,00	Q. 3 500,00
TOTAL TRASLADO DE MATERIALES (FLETES)					Q. 3 500,00
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDAD		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Instalación de tubería hg de 36 pulgadas		Unidad	234	Q. 85,00	Q. 19 890,00
TOTAL DE MANO DE OBRA					Q. 19 890,00
MANO DE OBRA NO CALIFICADA	CANT. JORNALES	PRECIO JORNAL	No. AYUDANTES		
Ayudantes de Albañiles	10	75	5		Q. 3 750,00
RESUMEN					
TOTAL COSTO DIRECTO (MATERIALES + EQUIPO + COMBUSTIBLE + MANO DE OBRA CALIF + FLETES):					Q. 317 390,00
TOTAL COSTO INDIRECTO (ADMINISTRACIÓN + FIANZAS + SUPERVISIÓN + UTILIDAD):					Q. 111 086,50
SUB - TOTAL (SUMA DE DIRECTOS + INDIRECTOS)					Q. 428 476,50
TOTAL DEL RENGLÓN					Q. 432 226,50
PRECIO UNITARIO DEL RENGLÓN					Q. 1 847,12

Continuación del apéndice 9.

DESCRIPCIÓN DEL RENGLÓN		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
5,2,2	Excavación para tubería	M3	257,4	Q. 55,42	Q. 14 265,00
MATERIALES Y HERRAMIENTA					
DESCRIPCIÓN DEL INSUMO		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
TOTAL MATERIALES Y HERRAMIENTA					Q. -
EQUIPO Y MAQUINARIA					
DESCRIPCIÓN	RENDIMIENTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Retro excavadora CAT D6D	25 M3/h	Horas	11	Q. 500,00	Q. 5 500,00
TOTAL EQUIPO Y MAQUINARIA					Q. 5 500,00
TRASLADO DE MATERIALES (FLETES)					
DESCRIPCIÓN		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Traslado de materiales (fletes)		Viaje	8	Q. 350,00	Q. 2 800,00
TOTAL TRASLADO DE MATERIALES (FLETES)					Q. 2 800,00
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDAD		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
TOTAL DE MANO DE OBRA					Q. -
MANO DE OBRA NO CALIFICADA					
	CANT. JORNALES	PRECIO JORNAL	No. AYUDANTES		
Ayudantes para compactar	9	85	4		Q. 3 060,00
RESUMEN					
TOTAL COSTO DIRECTO (MATERIALES + EQUIPO + COMBUSTIBLE + MANO DE OBRA CALIF + FLETES):					Q. 8 300,00
TOTAL COSTO INDIRECTO (ADMINISTRACIÓN + FIANZAS + SUPERVISIÓN + UTILIDAD):					Q. 2 905,00
SUB - TOTAL (SUMA DE DIRECTOS + INDIRECTOS)					Q. 11 205,00
TOTAL DEL RENGLÓN					Q. 14 265,00
PRECIO UNITARIO DEL RENGLÓN					Q. 55,42

Continuación del apéndice 9.

DESCRIPCIÓN DEL RENGLÓN				UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
5,2,3	Concreto ciclópeo			M3	78	Q. 1 050,95	Q. 81 974,40
MATERIALES Y HERRAMIENTA							
DESCRIPCIÓN DEL INSUMO				UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Cemento				Saco	390	Q. 78,00	Q. 30 420,00
Arena				M3	15	Q. 186,00	Q. 2 790,00
Piedrín				M3	15	Q. 220,00	Q. 3 300,00
Piedra bola				M3	39	Q. 156,00	Q. 6 084,00
Madera para formaleta				Pie-tabla	400	Q. 5,50	Q. 2 200,00
TOTAL MATERIALES Y HERRAMIENTA							Q. 44 794,00
TRASLADO DE MATERIALES (FLETES)							
DESCRIPCIÓN				UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Traslado de materiales (fletes)				Viaje	25	Q. 350,00	Q. 8 750,00
TOTAL TRASLADO DE MATERIALES (FLETES)							Q. 8 750,00
MANO DE OBRA							
DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDAD				UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Construcción de cajas y disipadores de energía				Unidad	40	Q. 85,00	Q. 3 400,00
TOTAL DE MANO DE OBRA							Q. 3 400,00
MANO DE OBRA NO CALIFICADA		CANT. JORNALES	PRECIO JORNAL	No. AYUDANTES			
Ayudantes de albañiles		12	85	5			Q. 5 100,00
RESUMEN							
TOTAL COSTO DIRECTO (MATERIALES + EQUIPO + COMBUSTIBLE + MANO DE OBRA CALIF + FLETES):							Q. 56 944,00
TOTAL COSTO INDIRECTO (ADMINISTRACIÓN + FIANZAS + SUPERVISIÓN + UTILIDAD):							Q. 19 930,40
SUB - TOTAL (SUMA DE DIRECTOS + INDIRECTOS)							Q. 76 874,40
TOTAL DEL RENGLÓN							Q. 81 974,40
PRECIO UNITARIO DEL RENGLÓN							Q. 1 050,95

Fuente: elaboración propia, con programa Microsoft Excel 2013.

Apéndice 10. Presupuesto desglosado de la introducción de sistema de agua potable para la aldea Cementerio Gran Cañón

DESCRIPCIÓN DEL RENGLÓN		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL	
1,1	trabajos preliminares	ml	4 055,37	Q. 3,86	Q. 15 653,73	
MANO DE OBRA						
DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDAD		No. TRABAJADORES	UNIDAD	CANTIDAD/DIA	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Limpieza y desembrado		15	ml	4 055,37	Q. 2,67	Q. 10 827,84
Bodega y guardanía		2	Unidad	15	Q. 51,17	Q. 767,52
SUB-TOTAL MANO DE OBRA CALIFICADA						Q. 11 595,36
MANO DE OBRA NO CALIFICADA		CANT. JORNALES	PRECIO JORNAL	No. AYUDANTES		
TOTAL MANO DE OBRA						Q. 11 595,36
RESUMEN						
TOTAL COSTO DIRECTO (MATERIALES + EQUIPO + COMBUSTIBLE + MANO DE OBRA + FLETES):						Q. 11 595,36
TOTAL COSTO INDIRECTO (ADMINISTRACIÓN + FIANZAS + SUPERVISIÓN + UTILIDAD):						Q. 4 058,38
SUB - TOTAL (SUMA DE DIRECTOS + INDIRECTOS)						Q. 15 653,73
TOTAL DEL RENGLÓN						Q. 15 653,73
PRECIO UNITARIO DEL RENGLÓN						Q. 3,86
DESCRIPCIÓN DEL RENGLÓN			UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
1,2	REPLANTEO TOPOGRAFICO		M	4 055,37	Q. 4,05	Q. 16 424,25
MANO DE OBRA						
DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDAD			UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Replanteo topográfico			M	4 055,37	3	Q. 12 166,11
SUB-TOTAL MANO DE OBRA CALIFICADA						Q. 12 166,11
MANO DE OBRA NO CALIFICADA			CANT. JORNALES	PRECIO JORNAL	No. AYUDANTES	
TOTAL MANO DE OBRA						
RESUMEN						
TOTAL COSTO DIRECTO (MATERIALES + EQUIPO + COMBUSTIBLE + MANO DE OBRA + FLETES):						Q. 12 166,11
TOTAL COSTO INDIRECTO (ADMINISTRACIÓN + FIANZAS + SUPERVISIÓN + UTILIDAD):						Q. 4 258,14
SUB - TOTAL (SUMA DE DIRECTOS + INDIRECTOS)						Q. 16 424,25
TOTAL DEL RENGLÓN						Q. 16 424,25
PRECIO UNITARIO DEL RENGLÓN						Q. 4,05

Continuación del apéndice 10.

DESCRIPCIÓN DEL RENGLÓN				UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO		TOTAL
2,1	MOVIMIENTO DE TIERRA			MI	2580,35	Q.	108,49	Q. 279 942,19
MANO DE OBRA								
DESCRIPCIÓN				UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO		TOTAL
Trazo y zanjeo				MI	2580,15	Q.	40,18	Q. 103 682,29
TOTAL MANO DE OBRA								Q. 103 682,29
EQUIPO Y MAQUINARIA								
DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDAD			HORAS	UNIDAD	CANTIDAD/ días	PRECIO UNITARIO		TOTAL
Retroexcavadora CAT D6D para remover material			8	jornada	21	Q.	400,00	Q. 67 200,00
TOTAL EQUIPO Y MAQUINARIA								Q. 67 200,00
MANO DE OBRA NO CALIFICADA			CANT. JORNALES	PRECIO JORNAL	No. AYUDANTE			
TOTAL MANO DE OBRA								Q. 103 682,29
RESUMEN								
TOTAL COSTO DIRECTO (MATERIALES + EQUIPO + COMBUSTIBLE + MANO DE OBRA + FLETES):								Q. 207 364,58
TOTAL COSTO INDIRECTO (ADMINISTRACIÓN + FIANZAS + SUPERVISIÓN + UTILIDAD):								Q. 72 577,60
SUB - TOTAL (SUMA DE DIRECTOS + INDIRECTOS)								Q. 279 942,19
TOTAL DEL RENGLÓN								Q. 279 942,19
PRECIO UNITARIO DEL RENGLÓN								Q. 108,49
DESCRIPCIÓN DEL RENGLÓN				UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL	
3,1	LINEA DE CONDUCCION			ml	2580,35	Q. 57,60	Q.	148 628,16
MATERIALES Y HERRAMIENTA								
DESCRIPCIÓN DEL INSUMO				UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL	
Tubería riblock PVC 2" Durman				Tubo	200	Q. 85,00	Q.	17 000,00
Tubería riblock PVC 3" Durman				Tubo	270	Q. 165,00	Q.	44 550,00
Pegamento durman				Galón	16	Q. 475,00	Q.	7 600,00
Codo 45 grados PVC de 3"				Unidad	34	Q. 35,00	Q.	1 190,00
Codo 90 grados PVC de 3				Unidad	20	Q. 35,00	Q.	700,00
Válvula de limpieza de 3"				Unidad	7	Q. 1 015,00	Q.	7 105,00
Válvula de aire de 3"				Unidad	9	Q. 1 199,99	Q.	10 799,93
Reductores de 3" a 2"				Unidad	10	Q. 45,00	Q.	450,00
TOTAL MATERIALES Y HERRAMIENTA							Q.	89 394,93

Continuación del apéndice 10.

TRASLADO DE MATERIALES (FLETES)				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Traslado de materiales en camión municipal	UNIDAD	5	Q. 250,00	Q. 1 250,00
				Q. -
TOTAL TRASLADO DE MATERIALES (FLETES)				Q. 1 250,00
MANO DE OBRA				
DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDAD	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Colocación de tubería	Unidad	470	Q. 35,00	Q. 16 450,00
Supervisión	Día	10	Q. 300,00	Q. 3 000,00
SUB-TOTAL MANO DE OBRA CALIFICADA				Q. 19 450,00
MANO DE OBRA NO CALIFICADA	CANT. JORNA	PRECIO JORNA	No. AYUDANTES	
TOTAL MANO DE OBRA				
RESUMEN				
TOTAL COSTO DIRECTO (MATERIALES + EQUIPO + COMBUSTIBLE + MANO DE OBRA + FLETES):				Q. 110 094,93
TOTAL COSTO INDIRECTO (ADMINISTRACIÓN + FIANZAS + SUPERVISIÓN + UTILIDAD):				Q. 38 533,23
SUB - TOTAL (SUMA DE DIRECTOS + INDIRECTOS)				Q. 148 628,16
TOTAL DEL RENGLÓN				Q. 148 628,16
PRECIO UNITARIO DEL RENGLÓN				Q. 57,60
DESCRIPCIÓN DEL RENGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
4 LINEA DE DISTRIBUCION	ml	1475,02	Q. 47,66	Q. 70 301,61
MATERIALES Y HERRAMIENTA				
DESCRIPCIÓN DEL INSUMO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Tubería riblock PVC 1" Durman	Tubo	4	Q. 31,25	Q. 125,00
Tubería riblock PVC 2" Durman	Tubo	280	Q. 75,89	Q. 21 250,00
Pegamento durman	Galón	10	Q. 424,11	Q. 4 241,07
Tees pvc de 2"	Unidad	8	Q. 17,85	Q. 142,80
Codo 45 grados PVC 2"	Unidad	25	Q. 10,27	Q. 256,87
Codo 90 grados PVC 2"	Unidad	21	Q. 10,24	Q. 215,08
TOTAL MATERIALES Y HERRAMIENTA				Q. 26 230,82
TRASLADO DE MATERIALES (FLETES)				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Traslado de materiales (fletes) con camión camionada		6	Q. 160,00	Q. 960,00
TOTAL TRASLADO DE MATERIALES (FLETES)				Q. 960,00

Continuación del apéndice 10.

MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDAD	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL	
Colocación de tubería	Unidad	284	Q. 35,00	Q.	9 940,00
Supervisión	Día	15	Q. 300,00	Q.	4 500,00
TOTAL MANO DE OBRA				Q.	14 440,00
MANO DE OBRA NO CALIFICADA	CANT. JORNALES	PRECIO JORNAL	No. AYUDANTES		
Colocación de tubería	15	80	5	Q.	6 000,00
TOTAL MANO DE OBRA				Q.	20 440,00
RESUMEN					
TOTAL COSTO DIRECTO (MATERIALES + EQUIPO + COMBUSTIBLE + MANO DE OBRA + FLETES):				Q.	47 630,82
TOTAL COSTO INDIRECTO (ADMINISTRACIÓN + FIANZAS + SUPERVISIÓN + UTILIDAD):				Q.	16 670,79
SUB - TOTAL (SUMA DE DIRECTOS + INDIRECTOS)				Q.	64 301,61
TOTAL DEL RENGLÓN				Q.	70 301,61
PRECIO UNITARIO DEL RENGLÓN				Q.	47,66
DESCRIPCIÓN DEL RENGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL	
5 CAJAS ROMPE PRESION	unidad	2	Q. 6 826,77	Q.	13 653,54
MATERIALES Y HERRAMIENTA					
DESCRIPCIÓN DEL INSUMO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL	
Cemento gris portland	Sacos	23	Q. 75,00	Q.	1 725,00
Arena de Rio	M3	1,5	Q. 130,00	Q.	195,00
Piedrín 1/2	M3	2,5	Q. 252,00	Q.	630,00
Alambre de Amarre	Libras	20	Q. 7,00	Q.	140,00
Hierro Corrugado de 3/8"	Quintales	6	Q. 420,00	Q.	2 520,00
Hierro de 1/4"	Quintales	0,4	Q. 368,00	Q.	147,20
Tablas de Pino de 0.30cms x 1" x 10'	Unidad	14	Q. 65,00	Q.	910,00
Renglones de Pino de 2" x 3" x 10'	Unidad	8,8	Q. 45,00	Q.	396,00
Clavos de 3"	Libras	20	Q. 6,00	Q.	120,00
Válvula de aire 3/4"	Unidad	2	Q. 53,61	Q.	107,21
Reductor liso de 3" a 3/4"	Unidad	2	Q. 30,00	Q.	60,00
Candado	Unidad	2	Q. 49,96	Q.	99,92
Tee de 2"	Unidad	2	Q. 55,00	Q.	110,00
Tee de 3"	Unidad	2	Q. 80,00	Q.	160,00
Adaptador macho de 3"	Unidad	8	Q. 3,00	Q.	24,00
Pegamento para pvc	Galón	1	Q. 475,00	Q.	475,00
TOTAL MATERIALES Y HERRAMIENTA				Q.	7 819,33

Continuación del apéndice 10.

MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDAD		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Construcción y fundición de cajas rompe presión		m3	2,4	Q. 956,00	Q. 2 294,40
SUB-TOTAL MANO DE OBRA CALIFICADA					Q. 2 294,40
MANO DE OBRA NO CALIFICADA	CANT. JORNALES	PRECIO JORNAL	No. AYUDANTES		
TOTAL MANO DE OBRA					Q. 2 294,40
RESUMEN					
TOTAL COSTO DIRECTO (MATERIALES + EQUIPO + COMBUSTIBLE + MANO DE OBRA + FLETES):					Q. 10 113,73
TOTAL COSTO INDIRECTO (ADMINISTRACIÓN + FIANZAS + SUPERVISIÓN + UTILIDAD):					Q. 3 539,81
SUB - TOTAL (SUMA DE DIRECTOS + INDIRECTOS)					Q. 13 653,54
TOTAL DEL RENGLÓN					Q. 13 653,54
PRECIO UNITARIO DEL RENGLÓN					Q. 6 826,77
DESCRIPCIÓN DEL RENGLÓN		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
6,1	TANQUE DE DISTRIBUCION	m3	50	Q. 2 598,17	Q. 129 908,35
MATERIALES Y HERRAMIENTA					
DESCRIPCIÓN DEL INSUMO		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Tubos pvc de 2 pulgadas		Unidad	2	Q. 165,00	Q. 330,00
Tubo pvc de 3 pulgadas		Unidad	2	Q. 580,00	Q. 1 160,00
Hierro no. 3		Quintal	2	Q. 25,00	Q. 50,00
Hierro no. 4		Unidad	8	Q. 90,00	Q. 720,00
Hierro no. 2		Unidad	30	Q. 13,33	Q. 400,00
Alambre de amarre		Libra	40	Q. 7,00	Q. 280,00
Cemento		Saco	340	Q. 75,00	Q. 25 500,00
Arena		M3	21	Q. 130,00	Q. 2 730,00
Pedrín de 3/4 de pulgada		M3	30	Q. 120,00	Q. 3 600,00
Pedrín de 3 de pulgadas		M3	13	Q. 480,00	Q. 6 240,00
Madera		Pie-tabla	1 473,50	Q. 3,75	Q. 2 752,08
TOTAL MATERIALES Y HERRAMIENTA					Q. 43 762,08
EQUIPO Y MAQUINARIA					
DESCRIPCIÓN		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Removimiento de material con retroexcavadora CAT D6D		Hora	6	Q. 134,00	Q. 804,00
TOTAL EQUIPO Y MAQUINARIA					Q. 804,00

Continuación del apéndice 10.

MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDAD		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Supervisión de elaboración del tanque		M2	83,43	Q. 200,00	Q. 16 686,00
Fundición, encofrado y desencofrado		M2	83,43	Q. 100,00	Q. 8 343,00
TOTAL MANO DE OBRA					Q. 25 029,00
MANO DE OBRA NO CALIFICADA	CANT. JORNALES	PRECIO JORNAL	No. AYUDANTES		
Fundición, encofrado y desencofrado	15	Q85,00	12		Q. 15 300,00
TOTAL MANO DE OBRA					Q. 40 329,00
RESUMEN					
TOTAL COSTO DIRECTO (MATERIALES + EQUIPO + COMBUSTIBLE + MANO DE OBRA + FLETES):					Q. 84 895,08
TOTAL COSTO INDIRECTO (ADMINISTRACIÓN + FIANZAS + SUPERVISIÓN + UTILIDAD):					Q. 29 713,28
SUB - TOTAL (SUMA DE DIRECTOS + INDIRECTOS)					Q. 114 608,35
TOTAL DEL RENGLÓN					Q. 129 908,35
PRECIO UNITARIO DEL RENGLÓN					Q. 2 598,17
DESCRIPCIÓN DEL RENGLÓN		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
7	conexiones prediales	unidad	224	Q. 448,22	Q. 100 401,28
MATERIALES Y HERRAMIENTA					
DESCRIPCIÓN DEL INSUMO		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Tubería PVC 1.5"		Unidad	448	Q. 85,00	Q. 38 080,00
Pegamento para tubería		Galón	4	Q. 475,00	Q. 1 900,00
Codos de 1.5"		Unidad	224	Q. 8,00	Q. 1 791,32
Reductor de 1.5" a 1"		Unidad	224	Q. 25,00	Q. 5 600,00
TOTAL MATERIALES Y HERRAMIENTA					Q. 47 371,32
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDAD		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Colocación de tubería		Unidad	110	Q. 100,00	Q. 11 000,00
Supervisión		Día	80	Q. 200,00	Q. 16 000,00
SUB-TOTAL MANO DE OBRA CALIFICADA					Q. 27 000,00
MANO DE OBRA NO CALIFICADA	CANT. JORNALES	PRECIO JORNAL	No. AYUDANTES		
TOTAL MANO DE OBRA					Q. 27 000,00

Continuación del apéndice 10.

RESUMEN					
TOTAL COSTO DIRECTO (MATERIALES + EQUIPO + COMBUSTIBLE + MANO DE OBRA + FLETES):				Q.	74 371,32
TOTAL COSTO INDIRECTO (ADMINISTRACIÓN + FIANZAS + SUPERVISIÓN + UTILIDAD):				Q.	26 029,96
SUB - TOTAL (SUMA DE DIRECTOS + INDIRECTOS)				Q.	100 401,28
TOTAL DEL RENGLÓN				Q.	100 401,28
PRECIO UNITARIO DEL RENGLÓN				Q.	448,22
DESCRIPCIÓN DEL RENGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL	
8 CAPTACIÓN	UNIDAD	1	Q. 22 111,50	Q.	22 111,50
MATERIALES Y HERRAMIENTA					
DESCRIPCIÓN DEL INSUMO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL	
Cemento	Saco	40	Q. 75,00	Q.	3 000,00
Arena	M3	3	Q. 70,00	Q.	210,00
Piedrín de 3/8 de pulgada	M3	4	Q. 190,00	Q.	760,00
Varillas de hierro de 3/8 de pulgada	Unidad	16	Q. 20,00	Q.	320,00
Candado	Unidad	2	Q. 95,00	Q.	190,00
Malla para hacer muro	M2	24	Q. 60,00	Q.	1 440,00
Tubos de metal para muro de 1 pulgada de diámetro	MI	12	Q. 85,00	Q.	1 020,00
TOTAL MATERIALES Y HERRAMIENTA				Q.	6 940,00
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL	
Elaboración de captación y malla perimetral	Unidad	1	Q. 5 000,00	Q.	5 000,00
SUBTOTAL MANO DE OBRA CALIFICADA				Q.	5 000,00
MANO DE OBRA NO CALIFICADA	CANT. JORNALES	PRECIO JORNAL	No. AYUDANTES		
Ayudantes	15	85	2	Q.	2 550,00
TOTAL MANO DE OBRA				Q.	7 550,00
RESUMEN					
TOTAL COSTO DIRECTO (MATERIALES + EQUIPO + COMBUSTIBLE + MANO DE OBRA + FLETES):				Q.	14 490,00
TOTAL COSTO INDIRECTO (ADMINISTRACIÓN + FIANZAS + SUPERVISIÓN + UTILIDAD):				Q.	5 071,50
SUB - TOTAL (SUMA DE DIRECTOS + INDIRECTOS)				Q.	19 561,50
TOTAL DEL RENGLÓN				Q.	22 111,50
PRECIO UNITARIO DEL RENGLÓN				Q.	22 111,50

Fuente: elaboración propia, con programa Microsoft Excel 2013.

ANEXOS

Anexo 1. Estudio de suelos



CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



Informe No. 626 S.S. **O.T.:** 33,916 **No.** 1413

Interesador: Juan Diego Mejia Edelman

Proyecto: EPS "Ampliación y Mejoramiento de Carretera para la Aldea Tenedores, Morales, Izabal"

Asunto: ENSAYO DE LIMITES DE ATTERBERG

Norma: AASHTO T-89 Y T-90

Ubicación: Aldea Tenedores, Morales, Izabal

Fecha: viernes, 17 de octubre de 2014

RESULTADOS:

ENSAYO No.	MUESTRA No.	L.L. (%)	I.P. (%)	CLASIFICACION *	DESCRIPCION DEL SUELO
1	1	N.P.	N.P.	ML	Arena Limosa Color Beige

(*) CLASIFICACIÓN SEGUN CARTA DE PLASTICIDAD

Observaciones: Muestra proporcionada por el interesado.

Atentamente,



Vo.Bo.
Inga. Telma Marcela Cano Morales
Directora CIBUSAC




Ing. Omar Enrique Medrano Méndez
Jefe Sección Mecánica de Suelos

FACULTAD DE INGENIERIA -USAC-

Edificio T-5, Ciudad Universitaria zona 12

Teléfono directo: 2418-9115, Planta: 2418-6000 Ext. 86209 y 86221 Fax: 2418-9121

Página web: <http://ci.usac.edu.gt>



CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



Informe No. 627 S.S.

O.T.: 33,916

No. 1414

Interesado: Juan Diego Mejia Edelman

Tipo de Ensayo: Análisis Granulométrico con tamices y lavado previo

Norma: ASTM D6913-04

Proyecto: EPS "Ampliación y Mejoramiento de Carretera Para la Aldea Tenedores, Morales, Izabal"

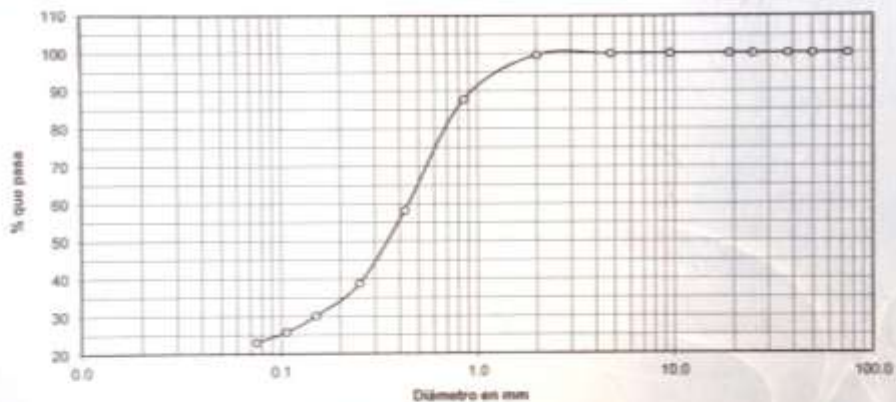
Ubicación: Aldea Tenedores, Morales, Izabal

Fecha: viernes, 17 de octubre de 2014

Muestra: Sub-rasante

Análisis con Tamices:

Tamiz	Abertura	% que pasa	Tamiz	Abertura	% que pasa
3"	75 mm	100.00	10	2.00 mm	99.57
2"	50 mm	100.00	20	850 μ m	87.81
1 1/2"	37.5 mm	100.00	40	425 μ m	58.27
1"	25 mm	100.00	60	250 μ m	38.82
3/4"	19.0 mm	100.00	100	150 μ m	30.16
3/8"	9.5 mm	100.00	140	106 μ m	25.81
4	4.75 mm	99.96	200	75 μ m	23.08



Descripción del suelo: Arena Limosa Color Beige

Clasificación: S.C.U.: SM
P.R.A.: A-2-4

% de Grava: 0.04

% de Arena: 76.88

% de finos: 23.08

D10: *

D30: 0.50 mm

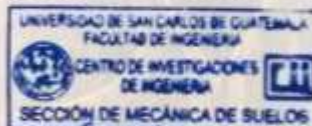
D60: 4.50 mm

Observaciones: Muestra proporcionada por el interesado.
* Diámetro efectivo no aplica.

Atentamente,

Vo.Bo.

Telma Marcela Cano Morales
Directora CII/USAC



Ing. Omar Enrique Medrano Meriles
Jefe Sección Mecánica de Suelos



CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



INFORME No.: 628 S. S. O.T.: 33,916
INTERESADO: Juan Diego Mejia Edelman
PROYECTO: EPS "Ampliación y Mejoramiento de Carretera Para la Aldea Tenedores, Morales, Izabal"
ASUNTO: ENSAYO DE PESO UNITARIO SUELTO (P.U.S.)
NORMA: A.A.S.T.H.O T-19
UBICACIÓN: Aldea Tenedores, Morales, Izabal
DESCRIPCIÓN DEL SUELO: Arena Limosa Color Beige
FECHA: viernes, 17 de octubre de 2014

No. 1415

RESULTADO DEL ENSAYO:

P.U.S.= 1,005.47 kg/m³

OBSERVACIONES: Muestra tomada por el interesado. Muestra de Sub-rasante.

Atentamente,



Vo. Bo.

Inga. Telma Maricela Cano Morales
DIRECTORA CII/USAC

Ing. Omar Enrique Medrano Méndez
Jefe Sección Mecánica de Suelos



CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



Informe No. 629 S S

O.T.: 33,916

No. 1416

Interesado: Juan Diego Mejía Edelman

Asunto: ENSAYO DE COMPACTACIÓN

Proyecto: EPS "Ampliación y Mejoramiento de Carretera
Para la Aldea Tenedores, Morales, Izabal"

Proctor Estándar: () Norma: A.A.S.H.T.O. T-99

Proctor Modificado: (X) Norma: A.A.S.H.T.O. T-180

Ubicación: Aldea Tenedores, Morales, Izabal

Fecha: viernes, 17 de octubre de 2014

Muestra: Sub-rasante



Descripción del suelo: Arena Limosa Color Beige

Densidad seca máxima γ_d : 1,147.03 Kg/m³

71.60 lb/ft³

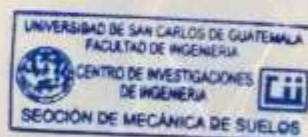
Humedad óptima H_{op} : 37.50 %

Atentamente,

Vo. Bo.

Ing. Telma Mancía Cano Morales
Directora CIVUSAC

Ing. Omar Enrique Medrano Méndez
Jefe Sección Mecánica de Suelos





CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



Informe No. 630 S.S.

O.T.: 33,916

No. 1417

Interesado: Juan Diego Mejía Edelman

Asunto: Ensayo de Razón Soporte California (C.B.R.)

Norma: A.A.S.H.T.O.T-193

Proyecto: EPS "Ampliación y Mejoramiento de Carretera Para la Aldea Tenedores, Morales, Izabal"

Ubicación: Aldea Tenedores, Morales, Izabal

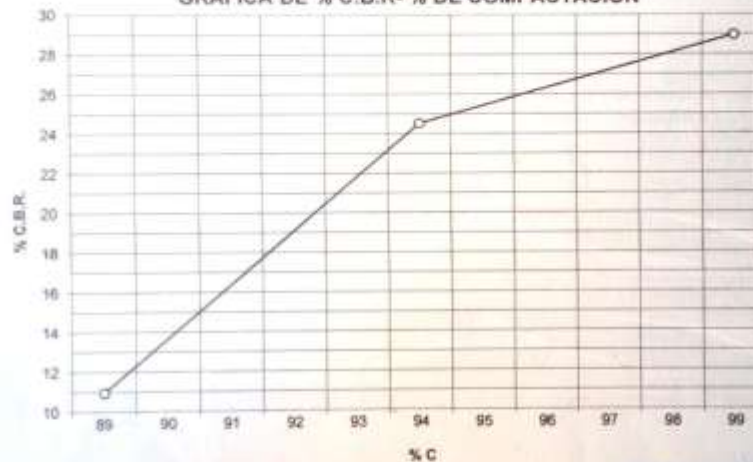
Descripción del suelo: Arena Limosa Color Beige

Muestra: Sub-rasante

Fecha: viernes, 17 de octubre de 2014

PROBETA	GOLPES	A LA COMPACTACION		C	EXPANSION	C.B.R.
No.	No.	H (%)	γ_d (Lb/pie ³)	(%)	(%)	(%)
1	10	37.50	64.34	89.9	0.02	10.95
2	30	37.50	67.34	94.0	0.07	24.52
3	65	37.50	71.40	99.7	0.11	28.97

GRAFICA DE % C.B.R.- % DE COMPACTACION

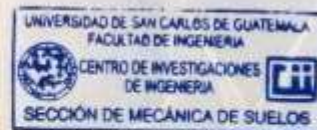


Observaciones: Muestra proporcionada por el interesado.

Atentamente,

Vo. Bo.

Ing. Telma Marcela Cano Morales
Directora CII/USAC



Ing. Omar Enrique Mejía Méndez
Jefe Sección Mecánica de Suelos

FACULTAD DE INGENIERIA -USAC-
Edificio T-5, Ciudad Universitaria zona 12

Teléfono directo: 2418-9115, Planta: 2418-8000 Exts. 86209 y 86221 Fax: 2418-9121
Página web: <http://ciic.usac.edu.gt>



CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



INFORME No.: 631 S.S.

O.T.: 33,916

No. 1418

Interesado: Juan Diego Mejía Edelman

Proyecto: EP5 "Ampliación y Mejoramiento de Carretera Para la Aldea Tenedores, Morales, Izabal"

Asunto: ENSAYO DE LIMITES DE ATTERBERG

Norma: AASHTO T-89 Y T-90

Ubicación: Aldea Tenedores, Morales, Izabal

FECHA: viernes, 17 de octubre de 2014

RESULTADOS:

ENSAYO No.	MUESTRA No.	L.L. (%)	I.P. (%)	CLASIFICACION *	DESCRIPCION DEL SUELO
1	1	25.0	5.5	ML	Grava Arenosa Color Café Grisaseo

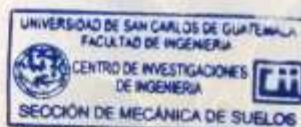
(*) CLASIFICACION SEGUN CARTA DE PLASTICIDAD

Observaciones: Muestra proporcionada por el interesado. Muestra de Balasto.

Atentamente,

Vo.Bo.

Inga. Tejma Mariela Cano Morales
DIRECTORA CIUSAC



Ing. Omar Enrique Medrano Méndez
Jefe Sección Mecánica de Suelos



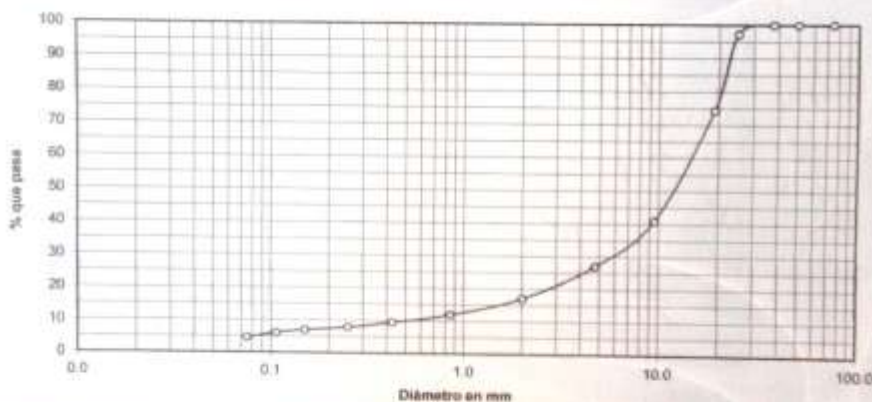
CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



INFORME No. 632 S.S. O.T. No. 33,916 No. **1419**
Interesado: Juan Diego Mejía Edelman
Tipo de Ensayo: Análisis Granulométrico con tamices y lavado previo
Norma: ASTM D6913-04
Proyecto: EPS "Ampliación y Mejoramiento de Carretera Para la Aldea Tenedores, Morales, Izabal"
Ubicación: Aldea Tenedores, Morales, Izabal
Fecha: viernes, 17 de octubre de 2014 Muestra: Balasto

Análisis con Tamices:

Tamiz	Abertura	% que pasa	Tamiz	Abertura	% que pasa
3"	75 mm	100.00	10	2.00 mm	17.09
2"	50 mm	100.00	20	850 μ m	11.92
1 1/2"	37.5 mm	100.00	40	425 μ m	9.48
1"	25 mm	97.29	60	250 μ m	7.90
3/4"	19.0 mm	74.38	100	150 μ m	7.00
3/8"	9.5 mm	40.97	140	106 μ m	6.09
4	4.75 mm	27.08	200	75 μ m	4.64



Descripción del suelo: Grava Arenosa Color Café Grisáceo

Clasificación: S.C.U.: GW
P.R.A.: A-1-a

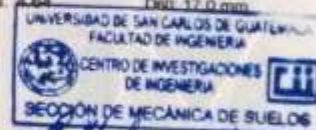
Observaciones: Muestra proporcionada por el interesado.

Atentamente,

Vo. Bo.

Inga. Telma Marcela Cano Morales
DIRECTORA CIUSAC

% de Grava: 72.92 D₁₀: 0.65 mm
% de Arena: 22.44 D₃₀: 6.60 mm
% de finos: 4.64 D₆₀: 17.0 mm



Ing. Omar Enrique Medrano Méndez
Jefe Sección Mecánica de Suelos



CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



No. 1420

INFORME No.: 633 S. S. O.T.: 33,916
INTERESADO: Juan Diego Mejia Edelman
PROYECTO: EPS "Ampliación y Mejoramiento de Carretera Para la Aldea
Tenedores, Morales, Izabal"
ASUNTO: ENSAYO DE PESO UNITARIO SUELTO (P.U.S.)
NORMA: A.A.S.T.H.O T-19
UBICACIÓN: Aldea Tenedores, Morales, Izabal
DESCRIPCIÓN DEL SUELO: Grava Arenosa Color Café Grisaseo
FECHA: viernes, 17 de octubre de 2014

RESULTADO DEL ENSAYO:

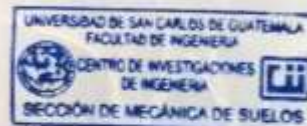
P.U.S.= 1,794.25 kg/m³

OBSERVACIONES: Muestra tomada por el interesado. Muestra de Balasto.

Atentamente,

Vo. Bo.

Inga. Telma Maricela Cano Morales
DIRECTORA CII/USAC



Omar E. Medrano Mendez
Ing. Omar Enrique Medrano Mendez
Jefe Sección Mecánica de Suelos



CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



INFORME No.: 634 S.S.

O.T.: 33,916

No. 1421

Interesado: Juan Diego Mejía Edelman

Asunto: ENSAYO DE COMPACTACIÓN

Proyecto: EPS "Ampliación y Mejoramiento de Carretera
para la Aldea Tenedores, Morales, Izabal"

Proctor Estándar: () Norma: A.A.S.H.T.O. T-99

Proctor Modificado: (X) Norma: A.A.S.H.T.O. T-180

Ubicación: Aldea Tenedores, Morales, Izabal

Fecha: viernes, 17 de octubre de 2014

Muestra: Balasto



Descripción del suelo: Grava Arenosa Color Café Grisaseo

Densidad seca máxima γ_d : 1,954.44 Kg/m³ 122.00 lb/ft³

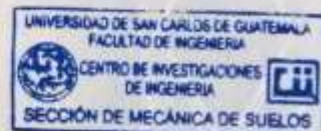
Humedad óptima H_{op} : 7.96 %

Observaciones: Muestra proporcionada por el interesado.

Atentamente,

Vo. Bo.

Inga. Telma Mariela Cano Morales
DIRECTORA CII/USAC



Ing. Omar Enrique Medrano Méndez
Jefe Sección Mecánica de Suelos

Anexo 2. Análisis fisicoquímico del agua



INSTITUTO DE FOMENTO MUNICIPAL -INFOM- LABORATORIO DE AGUA

11 Avenida "A" 11-67, zona 7, La Verbena, Guatemala
Teléfono/fax: 2472-3499

laboratorio@infom.gt www.infom.gob.gt



INFORME DE ANÁLISIS FISICOQUÍMICO DE AGUA MUESTRA No. 2479-14

INFORMACIÓN DE LA MUESTRA

Interesado:	MUNICIPALIDAD DE MORALES	Cloro Residual in situ (mg/l):	---
Punto de muestreo:	Brote de nacimiento	pH in situ (unidades):	---
Fuente:	Nacimiento San Gabriel, Barrio Cementerio Gran Cañón	Temperatura in situ (°C):	---
Municipio:	Morales	Técnica de preservación:	Refrigeración
Departamento:	Izabal	Fecha de recepción:	08-October-2014
Fecha de captación:	07-October-2014	Hora de recepción:	12:00
Hora de captación:	17:00		
Responsable de captación:	Rubén Castañeda (Personal del Laboratorio INFOM)		

RESULTADOS

ITEM	PARÁMETRO	UNIDADES	LMA (2)	LMP (3)	RESULTADO
1	Color	Unidades Pt-Co	5.0	35.0	4.0
2	Hierro total	mg/L Fe	0.3	2.0 (4)	0.06
3	Manganeso total	mg/L Mn	0.1	0.4	<0.05
4	Nitrato	mg/L NO ₃	Nsc (4)	50	<4.0
5	Nitrito	mg/L NO ₂	Nsc (4)	3.0	<0.01
6	Sulfato	mg/L SO ₄ ²⁻	100.000	250.000	<5.0
7	Turbiedad	UNT	5.0	15.0	1.2
8	Cloruro	mg/L Cl ⁻	100.000	250.000	<10
9	Dureza total	mg/L CaCO ₃	100.000	500.000	80
10	Calcio	mg/L Ca	75.000	150.000	19
11	Magnesio	mg/L Mg	60.000	100.000	7.8
12	Conductividad	µS/cm	750	1500	140
13	pH	Unidades pH	7.0 - 7.5	6.5 - 8.5	8.1

(2) LMA = límite máximo aceptable (3) LMP = límite máximo permisible (4) Nsc = no se contempla en la norma (5) Según Acuerdo Ministerial 523-2013

CONCLUSIÓN

- ☒ De acuerdo con los resultados obtenidos, la muestra de agua **CUMPLE** con los Límites Máximos Permisibles (LMP) establecidos en la Norma COGUANOR NTG 29001.

OBSERVACIONES

- ☒ Los límites máximos aceptables y permisibles corresponden a la Norma Técnica Guatemalteca (Agua para consumo Humano. Especificaciones) COGUANOR NTG 29001 (Acuerdo Gubernativo 83-2013) publicada en el Diario de Centro América el 2 de abril de 2013. Los parámetros fisicoquímicos analizados corresponden a los establecidos en el numeral 4.8 Programa de Análisis Mínimo de dicha norma. El límite para Hierro Total corresponde al Acuerdo Ministerial 523-2013.

Jorge Mario Estrada Asturias
Ingeniero Químico, Colegiado 685
Director del Laboratorio



Anexo 3. Análisis bacteriológico del agua



INSTITUTO DE FOMENTO MUNICIPAL -INFOM-
LABORATORIO DE AGUA
 11 Avenida "A" 11-67, zona 7, La Verbená, Guatemala
 Teléfono/fax: 2472-3499
 laboratorio@infom.gt www.infom.gob.gt



INFORME DE ANÁLISIS BACTERIOLÓGICO DE AGUA MUESTRA No. 2480-14

INFORMACIÓN DE LA MUESTRA

Interesado:	MUNICIPALIDAD DE MORALES		
Punto de muestreo:	Brote de nacimiento		
Fuente:	Nacimiento San Gabriel, Barrio Cementerio Gran Cañón	Cloro residual in situ (mg/L):	----
Municipio:	Morales	pH in situ (unidades):	----
Departamento:	Izabal	Temperatura in situ (° C):	----
Fecha de captación:	07-October-2014	Técnica de preservación:	Refrigeración
Hora de captación:	17:00	Fecha de recepción:	08-October-2014
Responsable de captación:	Rubén Castañeda (Personal del Laboratorio INFOM)	Hora de recepción:	12:00

RESULTADOS

ITEM	PARÁMETRO BACTERIOLÓGICO	LMP ⁽¹⁾	RESULTADO	UNIDADES
1	Grupo Coliforme Total	No Detectable en 100 mL de agua	1986	NMP/100 mL ⁽²⁾
2	<i>Escherichia coli</i>	No Detectable en 100 mL de agua	108	NMP/100 mL ⁽²⁾

(1) Límite máximo permisible

(2) Número más probable en 100 mL de muestra

CONCLUSION

- ☒ De acuerdo a los resultados obtenidos, la muestra de agua **NO CUMPLE** con las características microbiológicas según los Límites Máximos Permisibles establecidos en la Norma COGUANOR NTG 29001, "Agua para consumo humano. Especificaciones".

OBSERVACIONES

- ☒ Los límites máximos permisibles de las características microbiológicas corresponden a los establecidos en la Norma Técnica Guatemalteca (Agua para consumo humano. Especificaciones) COGUANOR NTG 29001 (Acuerdo Gubernativo 83-2013) publicada en el Diario de Centro América el 2 de abril de 2013, numeral 6.1. Los parámetros microbiológicos analizados corresponden a los establecidos en el numeral 4.8 Programa de Análisis Mínimo de dicha norma.
- ☒ El examen del grupo Coliforme Total y *Escherichia coli* se realizó a través de la Prueba de Sustrato Enzimático en pozos múltiples, según lo establece la Norma Guatemalteca COGUANOR NGO 29018 h21, en el numeral 7.2. (aprobada por Acuerdo Gubernativo 510-2005, publicado en el Diario de Centroamérica el 19 de octubre de 2005). El límite de detección para esta prueba es NMP/100 mL <1.



William Estrada Vargas
 Químico Biólogo, Colegiado 2241
 Supervisor Microbiológico



Jorge Mario Estrada Asturias
 Ingeniero Químico, Colegiado 685
 Director del Laboratorio

Fuente: Instituto de Fomento Nacional, INFOM.



ESPECIFICACIONES DE LA SUB-RASANTE

EL TRABAJO CONSISTE EN LA ELIMINACIÓN DE TODO MATERIAL EXISTENTE SOBRE EL AREA DE LA SUB-RASANTE A REACONDICIONAR, ASI COMO LA MEZCLA HOMOGENEAZACION, HUMEDDECIMIENTO, CONFORMACION Y COMPACTACION DEL SUELO DE LA SUB-RASANTE, EFECTUANDO CORTES Y RELLENOS EN UN ESPESOR NO MAYOR DE 203 MILIMETROS

PARA LA CONFORMACION DE LA NUEVA SUB-RASANTE NO SE DEBERAN USAR SUELOS ALTAMENTE ORGANICOS, SUELOS CONSTITUIDOS POR MATERIAS VEGETALES O PARCIALMENTE CARBONIZADAS O FANGOSAS. LA CLASIFICACION ESTA BASADA EN UNA INSPECCION VISUAL. LOS SUELOS NO APTOS GENERALMENTE TIENEN UNA TEXTURA FIBROSA, SON DE COLOR CAFE OSCURO O NEGRO Y TIENEN OLOR A PODREDUMBRE. SON ALTAMENTE COMPRESIBLES Y TIENEN BAJA RESISTENCIA. OTRO MATERIAL INADECUADO SON LAS ROCAS A SLADAS MAYORES A 100 MILIMETROS, QUE SE ENCUENTRAN INCORPORADAS EN LOS 300 MILIMETROS SUPERIORES DE LA CAPA DE SUELO DE SUB-RASANTE

SE RECOMIENDAN SUELOS GRANULARES PARA LA SUB-RASANTE Y QUE NO TENGAN CARACTERISTICAS INFERIORES A LOS SUELOS QUE SE ENCUENTRAN EN LA ZONA DE LA CARRETERA A REACONDICIONAR. TODAS LAS ESPECIFICACIONES DE LA SUBRASANTE FUERON OBTENIDAS DE LA SECCION 301 DE LAS ESPECIFICACIONES GENERALES PARA CONSTRUCCION DE CARRETERAS Y PUENTES, DE LA DIRECCION GENERAL DE CAMINOS (DGC).

ESPECIFICACIONES DE LA SUPERFICIE DE RODADURA

LA SUPERFICIE DE RODADURA SERA DE BALASTO, DE CALIDAD UNIFORME, EXTENTO DE RESIDUOS DE MADERA, RAICES O CUALQUIER MATERIAL PERJUDICIAL.

EL MATERIAL DE BALASTO DEBE TENER UN PESO UNITARIO SUELTO NO MENOR DE 1,450 KG/METRO CUBICO. EL TAMAÑO MAXIMO DEL AGREGADO GRUESO DEL BALASTO NO DEBE EXCEDER DE 2/3 DEL ESPESOR DE LA CAPA Y EN NINGUN CASO DEBE SER MAYOR DE 100 MILIMETROS.

EL ESPESOR TOTAL DE LA CAPA DE BALASTO NO DEBE SER MENOR DE 150 MILIMETROS.

LAS CAPAS DE BALASTO SE DEBEN COMPACTAR COMO MINIMO AL 95% DE LA DENSIDAD MAXIMA DETERMINADA POR EL METODO AASHTO T 180. LAS ESPECIFICACIONES PARA LA CAPA DE BALASTO SE BASAN EN LA SECCION 209.03, 209.04 Y 209.05 DE LAS ESPECIFICACIONES GENERALES PARA CONSTRUCCION DE CARRETERAS Y PUENTES, DE LA DIRECCION GENERAL DE CAMINOS (DGC).

CAJAS Y CABEZALES PARA ALCANTARILLAS

SON LAS ESTRUCTURAS DE CONCRETO CICLOPEO, COLOCADAS EN LOS EXTREMOS DE LAS ALCANTARILLAS (ENTRADA Y SALIDA) PARA ENCAUZAR EL AGUA Y PROTECCION DE LA CARRETERA. SEGUN LA SECCION 607 DE LAS ESPECIFICACIONES GENERALES PARA CONSTRUCCION DE CARRETERAS Y PUENTES, DE LA DIRECCION GENERAL DE CAMINOS (DGC).

TUBOS DE METAL CORRUGADO PARA ALCANTARILLAS TRANSVERSALES

ANTES DE COLOCAR LOS TUBOS, SE DEBEN COMPROBAR QUE LAS ZANJAS HAN SIDO EXCAVADAS DE ACUERDO CON LOS REQUISITOS DE LA SECCION 205 DE LAS ESPECIFICACIONES GENERALES PARA LA CONSTRUCCION DE CARRETERAS Y PUENTES.

EL ANCHO DE LA ZANJA DEBE SER EL MINIMO QUE PERMITA TRABAJAR CON LIBERTAD A LOS LADOS DE LA ALCANTARILLA Y PARA LA COMPACTACION COMPLETA DEL RELLENO DEBAJO Y ALREDEDOR DE LA MISMA. SEGUN LA SECCION 205.05 DE LAS ESPECIFICACIONES GENERALES PARA CONSTRUCCION DE CARRETERAS Y PUENTES, DE LA DIRECCION GENERAL DE CAMINOS (DGC).

LAS PAREDES DE LA ZANJAS DEBEN QUEDAR LO MAS VERTICALES QUE SEA POSIBLE, DESDE LA CIMENTACION HASTA POR LO MENOS LA CORONA DE LA ALCANTARILLA. SEGUN LA SECCION 205.05 DE LAS ESPECIFICACIONES GENERALES PARA CONSTRUCCION DE CARRETERAS Y PUENTES, DE LA DIRECCION GENERAL DE CAMINOS (DGC).

LAS PLANCHAS ESTRUCTURALES DE ACERO GALVANIZADO DEBEN CUMPLIR CON LOS REQUISITOS DE AASHTO M 167M, SEGUN LA SECCION 603 DE LAS ESPECIFICACIONES GENERALES PARA CONSTRUCCION DE CARRETERAS Y PUENTES, DE LA DIRECCION GENERAL DE CAMINOS (DGC).

LA COLOCACION DE LAS ALCANTARILLAS SE DEBE PRINCIPIAR EN EL EXTREMO DE AGUAS ABAJO, CUIDANDO QUE LAS PESTANIAS EXTERIORES ORIENTACIONALES Y LAS LONGITUDINALES DE LOS COSTADOS SE COLOQUEN FRENTE A LA DIRECCION AGUAS ARRIBA. SIEMPRE SE DEBEN RESPETAR LAS ESPECIFICACIONES DE LA SECCION 205 DE LAS ESPECIFICACIONES GENERALES PARA CONSTRUCCION DE CARRETERAS Y PUENTES, DE LA DIRECCION GENERAL DE CAMINOS (DGC).

RELLENO PARA ZANJAS DE LAS ALCANTARILLAS

EL MATERIAL PARA RELLENO DEBERA SER GRANULAR PERMEABLE, LIBRE DE EXCESO DE HUMEDAD, TURBA, TERRONES DE ARCILLA Y VEGETACION. LA DIMENSION MAXIMA ES DE 50 MILIMETROS. EL LIMITE LIQUIDO, AASHTO T 89 DEBERA SER DE 30% MAXIMO.

EN GENERAL, LAS ZANJAS Y LAS EXCAVACIONES SE DEBEN RELLENAR INMEDIATAMENTE.

EL MATERIAL DE RELLENO SE DEBE COMPACTAR EN CAPAS QUE NO EXCEDAN DE 150 MILIMETROS DE ESPESOR, DEBIENDO SER COLOCADAS SIMULTANEAMENTE A AMBOS LADOS DE LA ALCANTARILLA PARA QUE NO SE PRODUZCAN PRESIONES DESIGUALES.

LA COMPACTACION SE HARA A MANO, DESDE EL FONDO DE LA ZANJA HASTA 500 MILIMETROS ARRIBA DE LA TUBERIA. A PARTIR DE ESA ALTURA, SE PUEDE COMPACTAR CON MAQUINA.

NO SE PERMITIRA QUE SE OPERE EQUIPO PESADO SOBRE UNA ALCANTARILLA, SINO HASTA QUE HAYA SIDO HECHO CORRECTAMENTE EL RELLENO Y ESTA SE HAYA CUBIERTO, A PARTIR DE LA CORONA, CON MATERIAL DE POR LO MENOS 600 MILIMETROS DE ALTURA.

EN TODO CASO, LAS CAPAS DEBEN SER COMPACTADAS COMO MINIMO AL 90% DE LA DENSIDAD MAXIMA DETERMINADA POR EL METODO AASHTO T 180.

TODAS LAS ESPECIFICACIONES PARA EL RELLENO DE ZANJAS SE BASAN EN LA SECCION 205.12 DE LAS ESPECIFICACIONES GENERALES PARA CONSTRUCCION DE CARRETERAS Y PUENTES, DE LA DIRECCION GENERAL DE CAMINOS (DGC).

ESPECIFICACIONES DE DISEÑO	
TIPO DE PROYECTO:	CARRETERA DE BALASTO
DISEÑO:	JUAN DIEGO MEJIA
ASESOR:	ING. LUIS GREGORIO ALFARO VELIZ
LUGAR:	ALDEA TENEDORES, MORALES, IZABAL
NORMATIVAS:	AASHTO T-23, ASTM C-59, C-94, C-95, C-99, C-231, C-150, C-138, C-143, C-111 Y C-122, ASTM C-88, ASTM A-335, ESPECIFICACIONES GENERALES PARA CONSTRUCCION DE CARRETERAS Y PUENTES, DE LA DIRECCION GENERAL DE CAMINOS (DGC).
SOFTWARE UTILIZADOS:	AUTOCAD CIVIL 3D 2015, CIVILCAD 2015, MICROSOFT OFFICE 2013, GOOGLE EARTH PRO 7.3.28415.
PARAMETROS DE DISEÑO:	
LONGITUD DEL TRAMO:	3,378 KILOMETROS
TRAFICO PROMEDIO DIARIO (TPD):	DE 10 A 100 VEHICULOS
TIPO DE CARRETERA:	F
REGION:	RURAL MONTAÑOSA
VELOCIDAD DE DISEÑO:	25 KILOMETROS/HORA
ANCHO DE CALZADA:	5.50 METROS
RADIO MINIMO DE DISEÑO:	18 METROS
CATEGORIA VEHICULO DE DISEÑO:	C-3
PENDIENTE MAXIMA:	14%
PENDIENTE DE BOMBEO:	3%
CARPETA DE RODADURA:	BALASTO

DESMONTES					
EST.	P.O.	Longitud	Compensación (m³)	Compensación (m³)	Observación
1	2	72.77	0+000.00	0+000.00	00° 00' 00.00" N
2	3	14.20	0+000.17	0+000.00	00° 00' 00.00" N
3	4	81.88	0+004.44	0+000.00	00° 00' 00.00" N
4	5	21.85	0+006.44	0+000.00	00° 00' 00.00" N
5	6	32.00	0+008.00	0+000.00	00° 00' 00.00" N
6	7	20.57	0+008.00	0+000.00	00° 00' 00.00" N
7	8	20.73	0+008.00	0+000.00	00° 00' 00.00" N
8	9	19.40	0+008.00	0+000.00	00° 00' 00.00" N
9	10	14.00	0+008.00	0+000.00	00° 00' 00.00" N
10	11	105.07	0+008.00	0+000.00	00° 00' 00.00" N
11	12	10.51	0+008.00	0+000.00	00° 00' 00.00" N
12	13	67.00	0+008.00	0+000.00	00° 00' 00.00" N
13	14	21.85	0+008.00	0+000.00	00° 00' 00.00" N
14	15	24.20	0+008.00	0+000.00	00° 00' 00.00" N
15	16	20.10	0+008.00	0+000.00	00° 00' 00.00" N
16	17	21.71	0+008.00	0+000.00	00° 00' 00.00" N
17	18	27.00	0+008.00	0+000.00	00° 00' 00.00" N
18	19	20.00	0+008.00	0+000.00	00° 00' 00.00" N
19	20	20.00	0+008.00	0+000.00	00° 00' 00.00" N
20	21	14.20	0+008.00	0+000.00	00° 00' 00.00" N

DESMONTES					
EST.	P.O.	Longitud	Compensación (m³)	Compensación (m³)	Observación
21	22	14.20	0+008.00	0+000.00	00° 00' 00.00" N
22	23	15.01	0+008.00	0+000.00	00° 00' 00.00" N
23	24	40.70	0+008.00	0+000.00	00° 00' 00.00" N
24	25	24.10	0+008.00	0+000.00	00° 00' 00.00" N
25	26	15.00	0+008.00	0+000.00	00° 00' 00.00" N
26	27	10.70	0+008.00	0+000.00	00° 00' 00.00" N
27	28	20.00	0+008.00	0+000.00	00° 00' 00.00" N
28	29	34.70	0+008.00	0+000.00	00° 00' 00.00" N
29	30	24.77	0+008.00	0+000.00	00° 00' 00.00" N
30	31	40.00	0+008.00	0+000.00	00° 00' 00.00" N
31	32	10.70	0+008.00	0+000.00	00° 00' 00.00" N
32	33	16.41	0+008.00	0+000.00	00° 00' 00.00" N
33	34	20.00	0+008.00	0+000.00	00° 00' 00.00" N
34	35	22.01	0+008.00	0+000.00	00° 00' 00.00" N
35	36	15.70	0+008.00	0+000.00	00° 00' 00.00" N
36	37	20.00	0+008.00	0+000.00	00° 00' 00.00" N
37	38	14.00	0+008.00	0+000.00	00° 00' 00.00" N
38	39	21.20	0+008.00	0+000.00	00° 00' 00.00" N
39	40	20.00	0+008.00	0+000.00	00° 00' 00.00" N
40	41	20.00	0+008.00	0+000.00	00° 00' 00.00" N

DESMONTES					
EST.	P.O.	Longitud	Compensación (m³)	Compensación (m³)	Observación
41	42	24.00	0+008.00	0+000.00	00° 00' 00.00" N
43	43	27.40	0+008.00	0+000.00	00° 00' 00.00" N
43	44	20.00	0+008.00	0+000.00	00° 00' 00.00" N
44	45	40.00	0+008.00	0+000.00	00° 00' 00.00" N
45	46	10.00	0+008.00	0+000.00	00° 00' 00.00" N
46	47	30.00	0+008.00	0+000.00	00° 00' 00.00" N
47	48	21.00	0+008.00	0+000.00	00° 00' 00.00" N
48	49	15.00	0+008.00	0+000.00	00° 00' 00.00" N
49	50	24.00	0+008.00	0+000.00	00° 00' 00.00" N
50	51	10.00	0+008.00	0+000.00	00° 00' 00.00" N
51	52	35.00	0+008.00	0+000.00	00° 00' 00.00" N
52	53	21.00	0+008.00	0+000.00	00° 00' 00.00" N
53	54	10.00	0+008.00	0+000.00	00° 00' 00.00" N
54	55	47.00	0+008.00	0+000.00	00° 00' 00.00" N
55	56	27.00	0+008.00	0+000.00	00° 00' 00.00" N
56	57	20.00	0+008.00	0+000.00	00° 00' 00.00" N
57	58	10.77	0+008.00	0+000.00	00° 00' 00.00" N
58	59	40.00	0+008.00	0+000.00	00° 00' 00.00" N
59	60	100.00	0+008.00	0+000.00	00° 00' 00.00" N
60	61	100.00	0+008.00	0+000.00	00° 00' 00.00" N

DESMONTES					
EST.	P.O.	Longitud	Compensación (m³)	Compensación (m³)	Observación
61	62	20.00	0+008.00	0+000.00	00° 00' 00.00" N
62	63	10.00	0+008.00	0+000.00	00° 00' 00.00" N
63	64	15.01	0+008.00	0+000.00	00° 00' 00.00" N
64	65	10.00	0+008.00	0+000.00	00° 00' 00.00" N
65	66	40.00	0+008.00	0+000.00	00° 00' 00.00" N
66	67	10.00	0+008.00	0+000.00	00° 00' 00.00" N
67	68	60.00	0+008.00	0+000.00	00° 00' 00.00" N
68	69	10.00	0+008.00	0+000.00	00° 00' 00.00" N
69	70	20.00	0+008.00	0+000.00	00° 00' 00.00" N
70	71	25.00	0+008.00	0+000.00	00° 00' 00.00" N
71	72	24.00	0+008.00	0+000.00	00° 00' 00.00" N
72	73	20.00	0+008.00	0+000.00	00° 00' 00.00" N
73	74	20.00	0+008.00	0+000.00	00° 00' 00.00" N
74	75	10.00	0+008.00	0+000.00	00° 00' 00.00" N
75	76	4.00	0+008.00	0+000.00	00° 00' 00.00" N
76	77	20.00	0+008.00	0+000.00	00° 00' 00.00" N
77	78	100.00	0+008.00	0+000.00	00° 00' 00.00" N
78	79	20.00	0+008.00	0+000.00	00° 00' 00.00" N
79	80	20.00	0+008.00	0+000.00	00° 00' 00.00" N
80	81	10.77	0+008.00	0+000.00	00° 00' 00.00" N

DESMONTES					
EST.	P.O.	Longitud	Compensación (m³)	Compensación (m³)	Observación
81	82	40.00	0+008.00	0+000.00	00° 00' 00.00" N

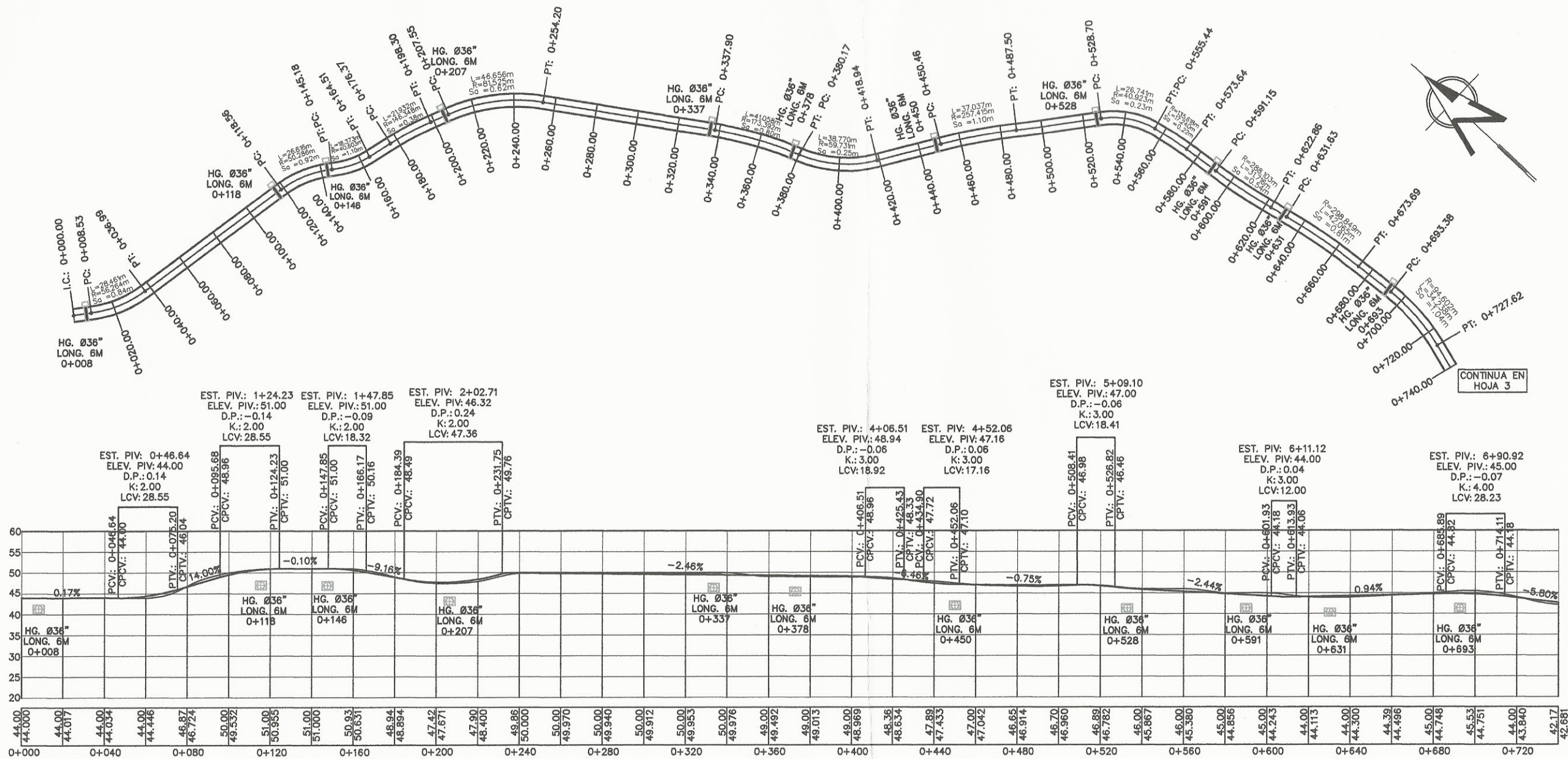
Universidad de San Carlos de Guatemala
Ing. Luis Gregorio Alfaro Veliz
ASESOR - SUPERVISOR DE EPS
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
Facultad de Ingeniería

UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA	
PROYECTO: AMPLIACIÓN Y MEJORAMIENTO DE CARRETERA PARA LA ALDEA TENEDORES	
UBICACIÓN: ALDEA TENEDORES	
MUNICIPIO: MORALES	
DEPARTAMENTO: IZABAL	
CONTENIDO	PLANTA - CONJUNTO
EPS	6 MESES
ELABORADO	JUAN DIEGO MEJIA
DISEÑO	JUAN DIEGO MEJIA
ESCALA	INDICADA
FECHA	OCTUBRE 2014
ING. LUIS ALFARO VELIZ	

PLANTA DE CONJUNTO

AMPLIACIÓN Y MEJORAMIENTO DE CARRETERA
ALDEA TENEDORES

ESCALA 1:3000



PLANTA-PERFIL

AMPLIACIÓN Y MEJORAMIENTO DE CARRETERA
ALDEA TENEDORES

ESCALA VERTICAL 1:500
ESCALA HORIZONTAL 1:1000

TABLA DE SÍMBOLOS	
PC	PRINCIPIO DE CURVA HORIZONTAL
PT	PRINCIPIO DE TANGENTE
EST. PIV	ESTACIÓN PUNTO DE INTERSECCIÓN VERTICAL
ELEV. PIV	ELEVACIÓN PUNTO DE INTERSECCIÓN VERTICAL
DP.	DIFERENCIA DE PENDIENTES
K	VALOR DE DISEÑO K
LCV.	LONGITUD DE CURVA VERTICAL
PCV.	PRINCIPIO DE CURVA VERTICAL
CPCV.	COTA PRINCIPIO DE CURVA VERTICAL
PTV.	PRINCIPIO DE TANGENTE VERTICAL
CPTV.	COTA PRINCIPIO DE TANGENTE VERTICAL
	TUBERÍA DE METAL CORRUGADO Ø=36 PULGADAS VISTA EN PERFIL
	TUBERÍA DE METAL CORRUGADO Y CAJA VISTA EN PLANTA
CT	COTA DE TERRENO
CR	COTA DE RASANTE
R	RADIO DE CURVA HORIZONTAL
L	LONGITUD DE CURVA HORIZONTAL
Sa	SOBREANCHO DE CURVA HORIZONTAL

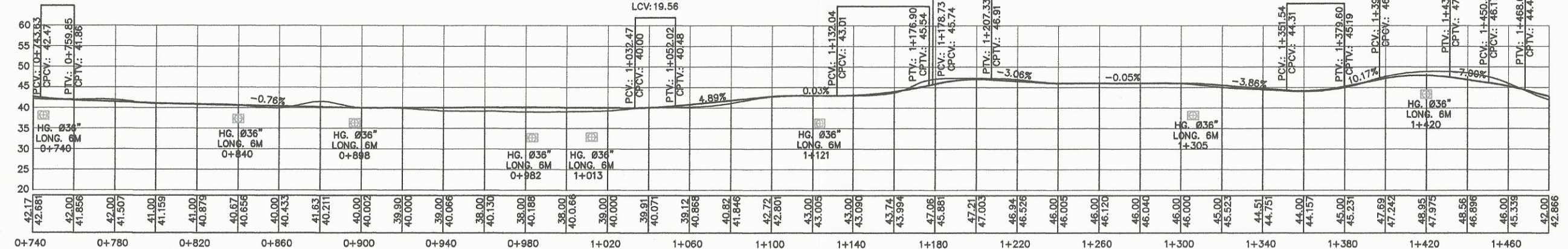


UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA	
PROYECTO: AMPLIACIÓN Y MEJORAMIENTO DE CARRETERA PARA LA ALDEA TENEDORES	
UBICACIÓN	ALDEA TENEDORES
MUNICIPIO	MORALES
DEPARTAMENTO	IZABAL
CONTENIDO	
PLANTA - PERFIL	
EPD	8 MESES
DISEÑO	JUAN DIEGO MEJIA
CÁLCULO	JUAN DIEGO MEJIA
ESCALA INDICADA	OCTUBRE 2014



CONTINUA EN HOJA 3

EST. PIV: 7+59.85
ELEV. PIV: 42.00
D.P.: 0.04
K: 4.00
LCV: 16.22

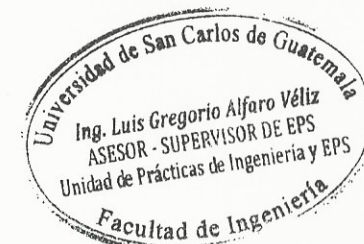


PLANTA-PERFIL

AMPLIACIÓN Y MEJORAMIENTO DE CARRETERA
ALDEA TENEDORES

ESCALA VERTICAL 1:500
ESCALA HORIZONTAL 1:1000

TABLA DE SÍMBOLOS	
PC	PRINCIPIO DE CURVA HORIZONTAL
PT	PRINCIPIO DE TANGENTE
EST. PIV	ESTACIÓN PUNTO DE INTERSECCIÓN VERTICAL
ELEV. PIV	ELEVACIÓN PUNTO DE INTERSECCIÓN VERTICAL
DP.	DIFERENCIA DE PENDIENTES
K	VALOR DE DISEÑO K
LCV	LONGITUD DE CURVA VERTICAL
PCV	PRINCIPIO DE CURVA VERTICAL
CPCV	COTA PRINCIPIO DE CURVA VERTICAL
PTV	PRINCIPIO DE TANGENTE VERTICAL
CPTV	COTA PRINCIPIO DE TANGENTE VERTICAL
	TUBERÍA DE METAL CORRUGADO Ø=36 PULGADAS VISTA EN PERFIL
	TUBERÍA DE METAL CORRUGADO Y CAJA VISTA EN PLANTA
	CT: COTA DE TERRENO CR: COTA DE RASANTE
R	RADIO DE CURVA HORIZONTAL
L	LONGITUD DE CURVA HORIZONTAL
Sa	SOBREANCHO DE CURVA HORIZONTAL

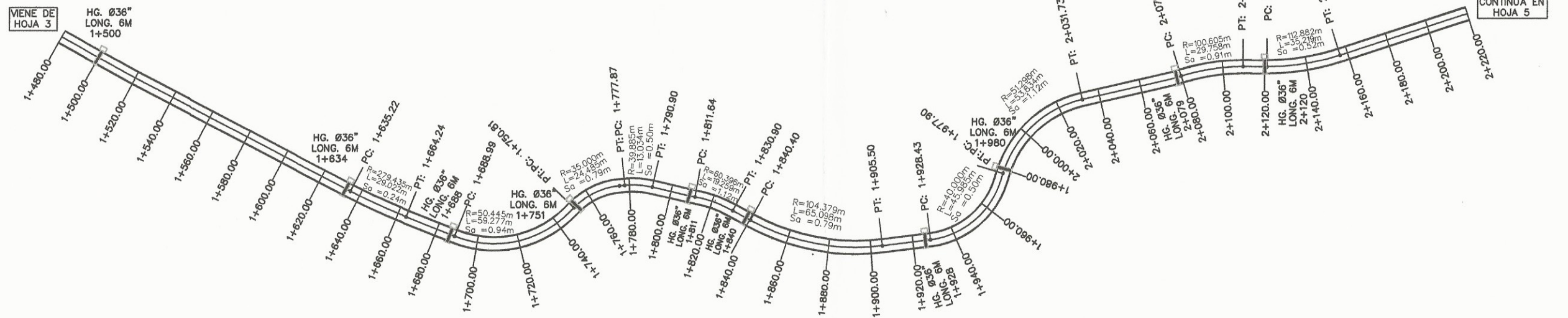


UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA
PROYECTO: AMPLIACIÓN Y MEJORAMIENTO DE CARRETERA PARA LA ALDEA TENEDORES
UBICACIÓN: ALDEA TENEDORES
MUNICIPIO: MORALES
DEPARTAMENTO: IZABAL

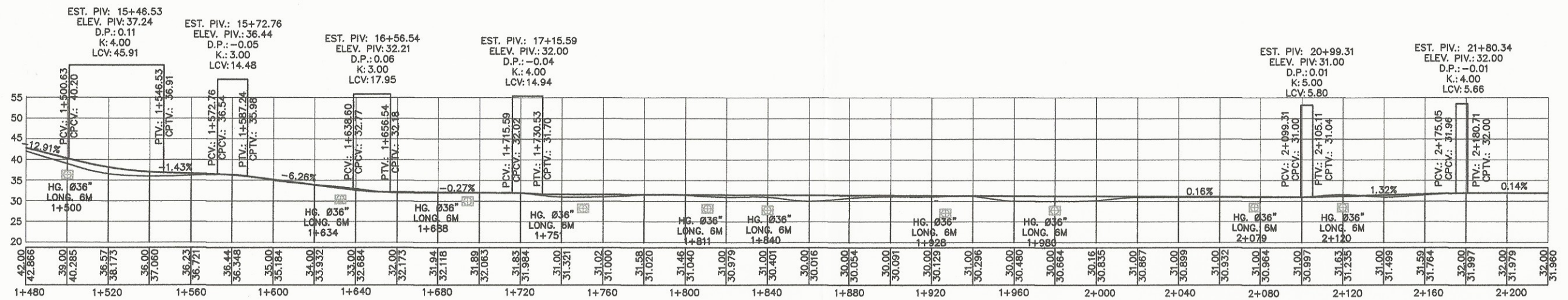
CONTENIDO		No. HOJA 3 10
EPS 6 MESES	DISEÑO JUAN DIEGO MEJIA	
CÁLCULO JUAN DIEGO MEJIA	DIBUJO JUAN DIEGO MEJIA	
ESCALA INDICADA	FECHA OCTUBRE 2014	

CONTINUA EN
HOJA 4

VIENE DE
HOJA 3



CONTINUA EN
HOJA 5



PLANTA-PERFIL

AMPLIACIÓN Y MEJORAMIENTO DE CARRETERA
ALDEA TENEDORES

ESCALA VERTICAL 1:500
ESCALA HORIZONTAL 1:1000

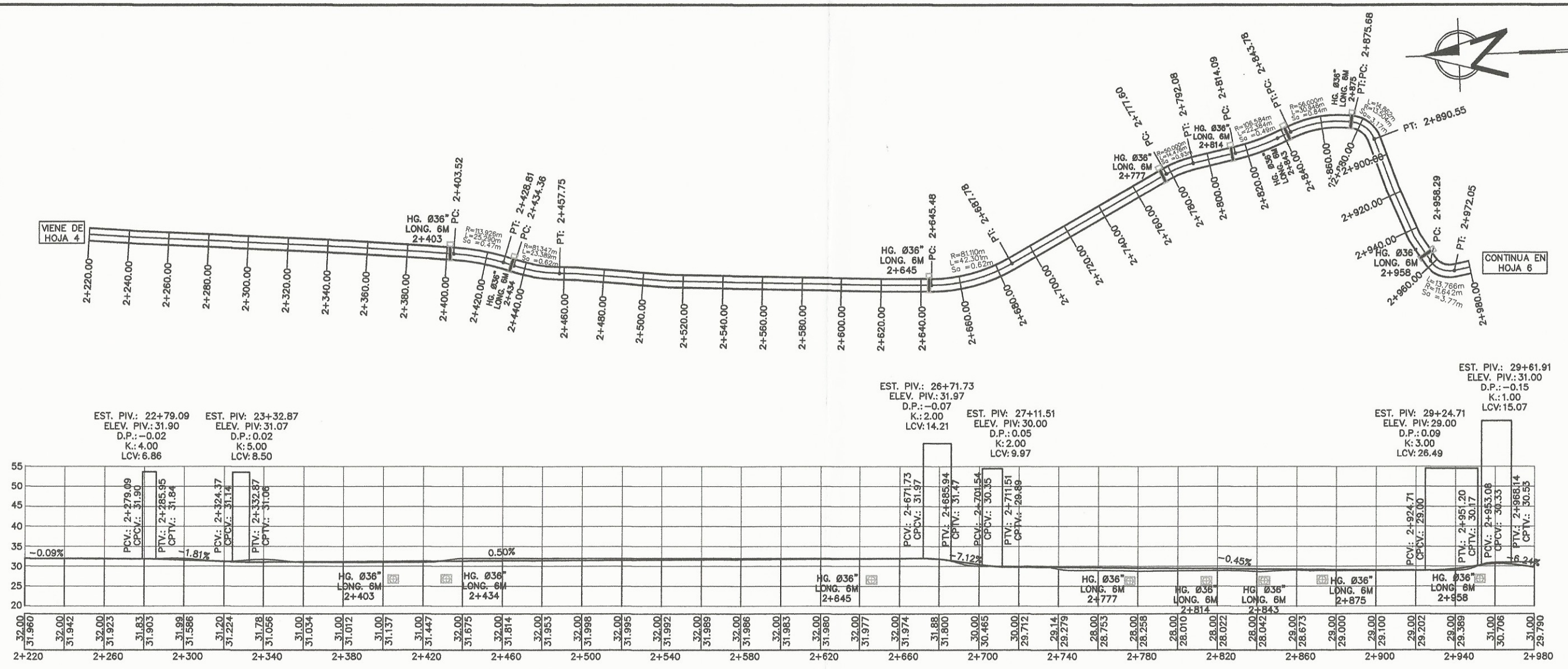
TABLA DE SÍMBOLOS	
PC	PRINCIPIO DE CURVA HORIZONTAL
PT	PRINCIPIO DE TANGENTE
EST. PIV	ESTACIÓN PUNTO DE INTERSECCIÓN VERTICAL
ELEV. PIV	ELEVACIÓN PUNTO DE INTERSECCIÓN VERTICAL
DP	DIFERENCIA DE PENDIENTES
K	VALOR DE DISEÑO K
LCV	LONGITUD DE CURVA VERTICAL
PCV	PRINCIPIO DE CURVA VERTICAL
CPCV	COTA PRINCIPIO DE CURVA VERTICAL
PTV	PRINCIPIO DE TANGENTE VERTICAL
CPTV	COTA PRINCIPIO DE TANGENTE VERTICAL
	TUBERÍA DE METAL CORRUGADO Ø=36 PULGADAS VISTA EN PERFIL
	TUBERÍA DE METAL CORRUGADO Y CAJA VISTA EN PLANTA
CT	COTA DE TERRENO
CR	COTA DE RASANTE
R	RADIO DE CURVA HORIZONTAL
L	LONGITUD DE CURVA HORIZONTAL
Sa	SOBRECARGO DE CURVA HORIZONTAL

Universidad de San Carlos de Guatemala
Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz
ASESOR - SUPERVISOR DE EPS
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
Facultad de Ingeniería



UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA	
PROYECTO: AMPLIACIÓN Y MEJORAMIENTO DE CARRETERA PARA LA ALDEA TENEDORES	
UBICACIÓN: ALDEA TENEDORES	
MUNICIPIO: MORALES	
DEPARTAMENTO: IZABAL	
CONTENIDO	
PLANTA - PERFIL	
No. HOJA 4	
EPS 6 MESES	DISEÑO JUAN DIEGO MEJIA
CÁLCULO JUAN DIEGO MEJIA	DISEÑO JUAN DIEGO MEJIA
ESCALA INDICADA	FECHA OCTUBRE 2014

ING. LUIS ALFARO
(ASESOR)



PLANTA-PERFIL

AMPLIACIÓN Y MEJORAMIENTO DE CARRETERA
ALDEA TENEDORES

ESCALA VERTICAL 1:500
ESCALA HORIZONTAL 1:1000

TABLA DE SÍMBOLOS	
PC	PRINCIPIO DE CURVA HORIZONTAL
PT	PRINCIPIO DE TANGENTE
EST. PIV.	ESTACIÓN PUNTO DE INTERSECCIÓN VERTICAL
ELEV. PIV.	ELEVACIÓN PUNTO DE INTERSECCIÓN VERTICAL
DP.	DIFERENCIA DE PENDIENTES
K	VALOR DE DISEÑO K
LCV.	LONGITUD DE CURVA VERTICAL
PCV.	PRINCIPIO DE CURVA VERTICAL
CPCV.	COTA PRINCIPIO DE CURVA VERTICAL
PTV.	PRINCIPIO DE TANGENTE VERTICAL
CPTV.	COTA PRINCIPIO DE TANGENTE VERTICAL
	TUBERÍA DE METAL CORRUGADO Ø=36 PULGADAS VISTA EN PERFIL
	TUBERÍA DE METAL CORRUGADO Y CAJA VISTA EN PLANTA
	CT: COTA DE TERRENO
	CR: COTA DE RASANTE
R	RADIO DE CURVA HORIZONTAL
L	LONGITUD DE CURVA HORIZONTAL
Sa	SOBREANCHO DE CURVA HORIZONTAL

Universidad de San Carlos de Guatemala
Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz
ASESOR - SUPERVISOR DE EPS
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
Facultad de Ingeniería

UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA	
PROYECTO: AMPLIACIÓN Y MEJORAMIENTO DE CARRETERA PARA LA ALDEA TENEDORES	
UBICACIÓN: ALDEA TENEDORES	
MUNICIPIO: MORALES	
DEPARTAMENTO: IZABAL	
CONTENIDO	PLANTA - PERFIL
EPS: 6 MESES	DISEÑO: JUAN DIEGO MEJIA
CÁLCULO: JUAN DIEGO MEJIA	DIBUJO: JUAN DIEGO MEJIA
ESCALA INDICADA	FECHA: OCTUBRE 2014

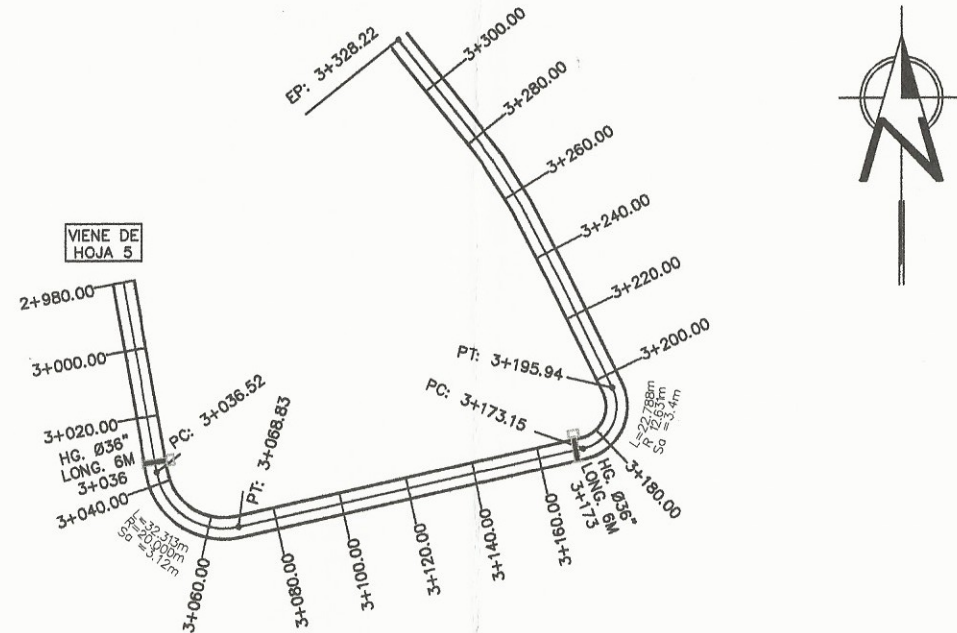
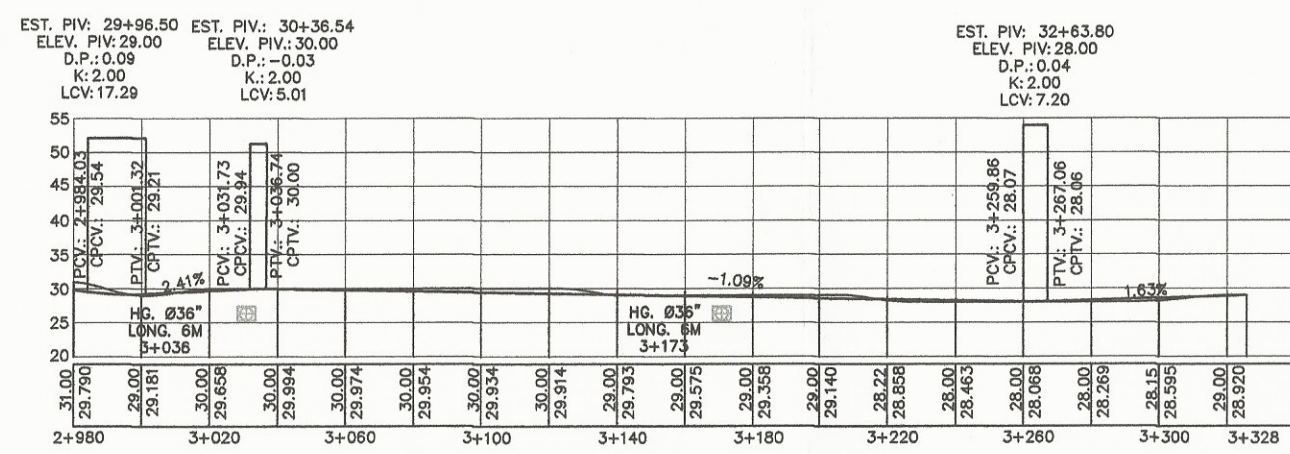


TABLA DE SÍMBOLOS	
PC	PRINCIPIO DE CURVA HORIZONTAL
PT	PRINCIPIO DE TANGENTE
EST. PIV	ESTACIÓN PUNTO DE INTERSECCIÓN VERTICAL
ELEV. PIV	ELEVACIÓN PUNTO DE INTERSECCIÓN VERTICAL
DP	DIFERENCIA DE PENDIENTES
K	VALOR DE DISEÑO K
LCV	LONGITUD DE CURVA VERTICAL
PCV	PRINCIPIO DE CURVA VERTICAL
CPCV	COTA PRINCIPIO DE CURVA VERTICAL
PTV	PRINCIPIO DE TANGENTE VERTICAL
CPTV	COTA PRINCIPIO DE TANGENTE VERTICAL
	TUBERÍA DE METAL CORRUGADO Ø=36 PULGADAS VISTA EN PERFIL
	TUBERÍA DE METAL CORRUGADO Y CAJA VISTA EN PLANTA
	CT: COTA DE TERRENO
	CR: COTA DE RASANTE
R	RADIO DE CURVA HORIZONTAL
L	LONGITUD DE CURVA HORIZONTAL
Sa	SOBREANCHO DE CURVA HORIZONTAL

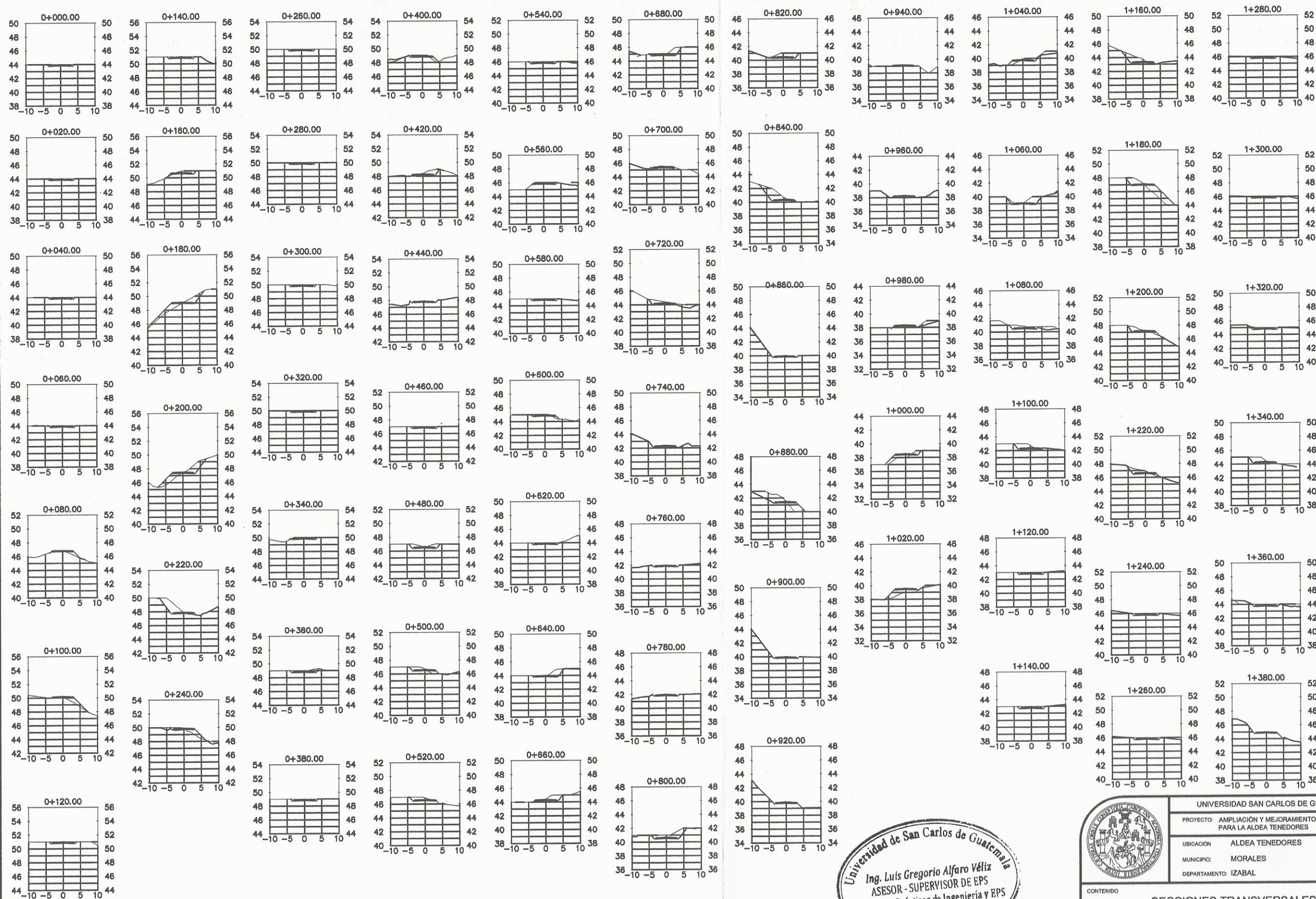


PLANTA-PERFIL

AMPLIACIÓN Y MEJORAMIENTO DE CARRETERA
ALDEA TENEDORES

ESCALA VERTICAL 1:500
ESCALA HORIZONTAL 1:1000

		UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA PROYECTO: AMPLIACIÓN Y MEJORAMIENTO DE CARRETERA PARA LA ALDEA TENEDORES UBICACIÓN: ALDEA TENEDORES MUNICIPIO: MORALES DEPARTAMENTO: IZABAL	
CONTENIDO PLANTA - PERFIL		No. HOJA 6	
EPS 6 MESES DISEÑO JUAN DIEGO MEJIA	DISEÑO JUAN DIEGO MEJIA		
CÁLCULO JUAN DIEGO MEJIA	DISEÑO JUAN DIEGO MEJIA		
ESCALA INDICADA	FECHA OCTUBRE 2014	Ing. LUIS ALFARO (ASESOR)	



SECCIONES TRANSVERSALES DE 0+000 A 1+380

AMPLIACIÓN Y MEJORAMIENTO DE CARRETERA
ALDEA TENEDORES

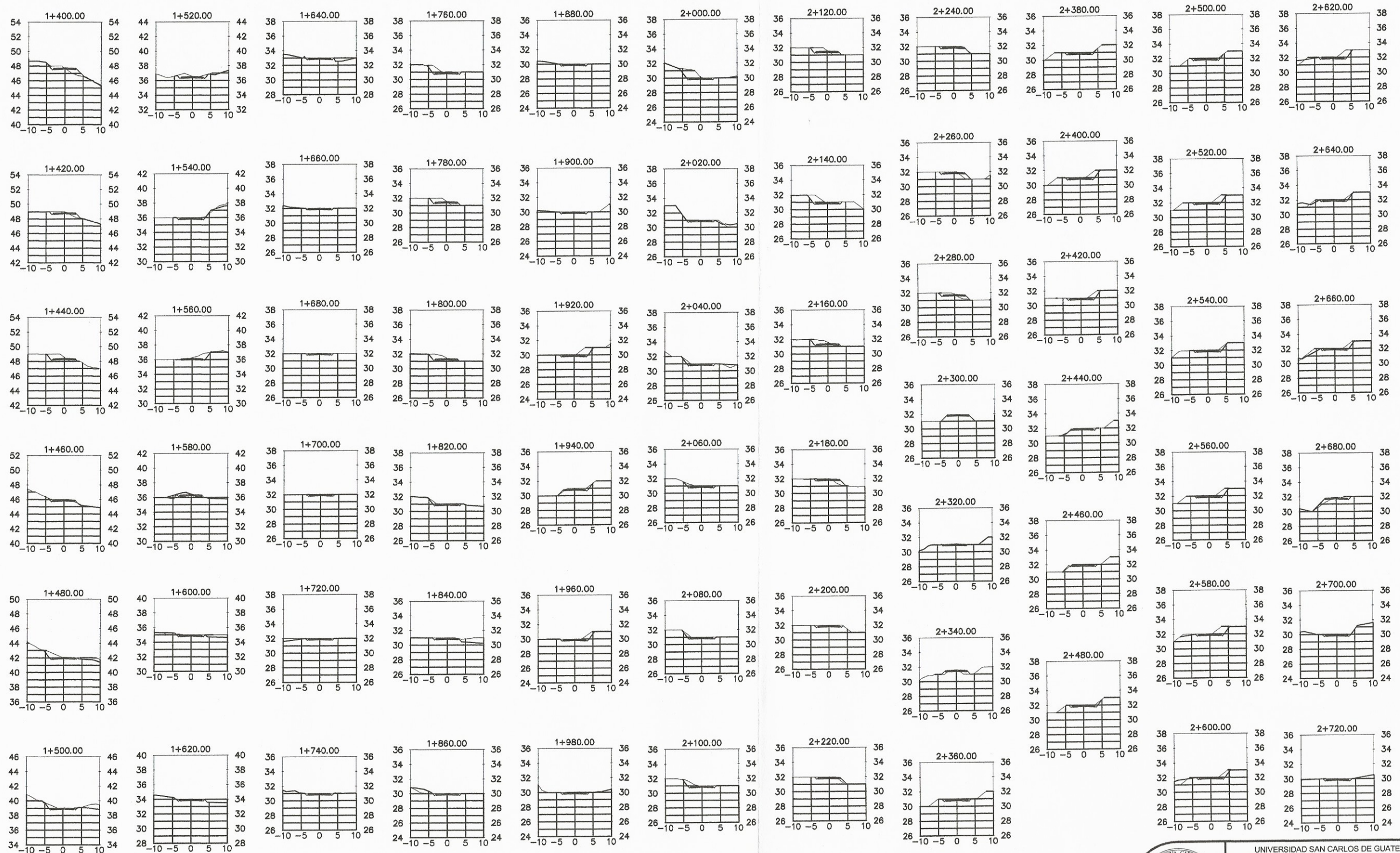
ESCALA VERTICAL 1:250
ESCALA HORIZONTAL 1:500



UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA
PROYECTO: AMPLIACIÓN Y MEJORAMIENTO DE CARRETERA
PARA LA ALDEA TENEDORES
UBICACIÓN: ALDEA TENEDORES
MUNICIPIO: MORALES
DEPARTAMENTO: IZABAL

CONTENIDO		SECCIONES TRANSVERSALES	
EPS	6 MESES	DISEÑO	JUAN DIEGO MEJIA
CÁLCULO	JUAN DIEGO MEJIA	DIBUJO	JUAN DIEGO MEJIA
ESCALA INDICADA		FECHA	OCTUBRE 2014

ING. LUIS ALFARO



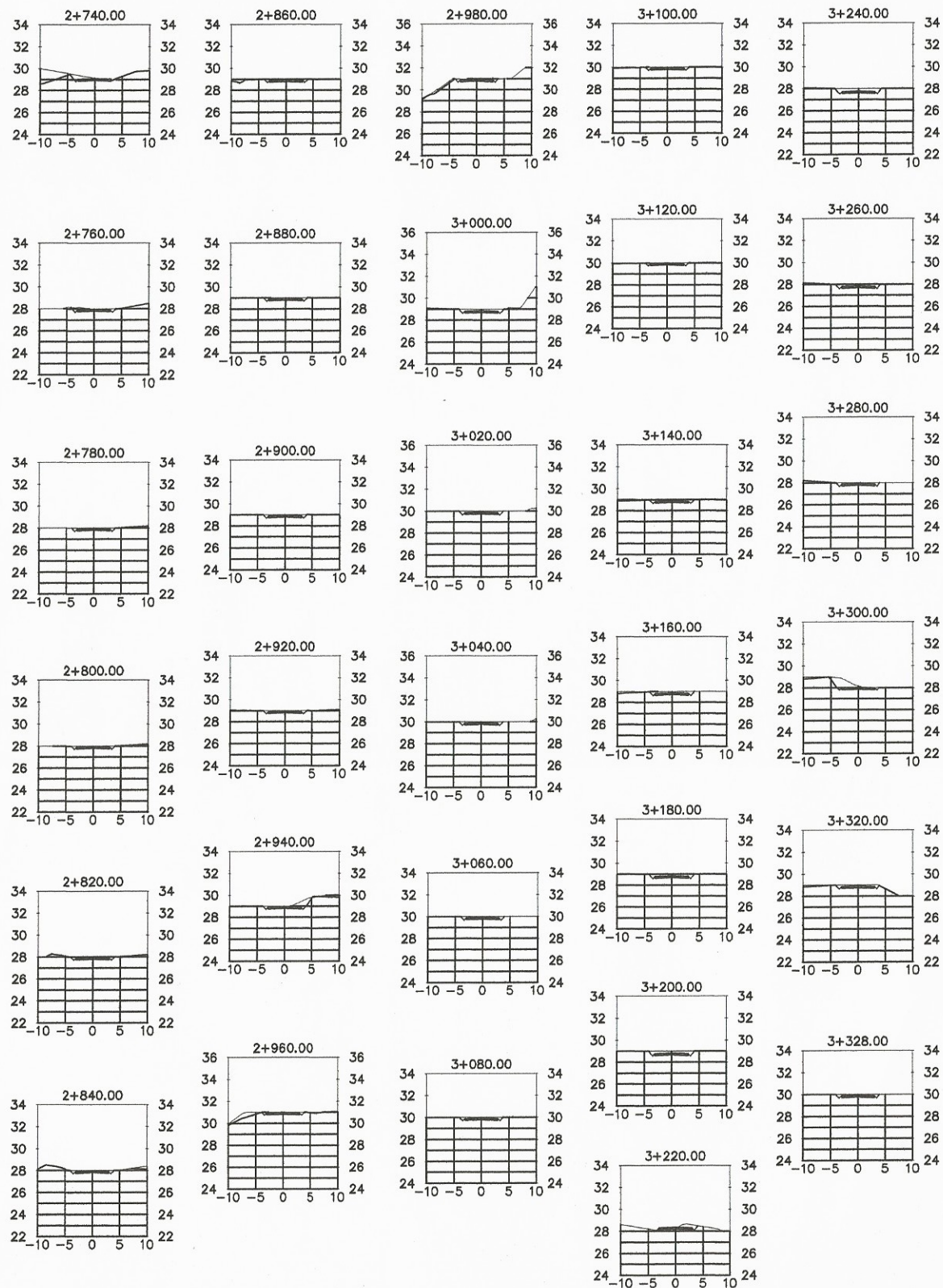
SECCIONES TRANSVERSALES DE 1+400 A 2+720

AMPLIACIÓN Y MEJORAMIENTO DE CARRETERA
ALDEA TENEDORES

ESCALA VERTICAL 1:500
ESCALA HORIZONTAL 1:1000



		UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA PROYECTO: AMPLIACIÓN Y MEJORAMIENTO DE CARRETERA PARA LA ALDEA TENEDORES UBICACIÓN: ALDEA TENEDORES MUNICIPIO: MORALES DEPARTAMENTO: IZABAL	
CONTENIDO		PLANTA - PERFIL	
EPS 6 MESES	DISEÑO JUAN DIEGO MEJIA	No. HOJA 8	
CÁLCULO JUAN DIEGO MEJIA	DISEÑO JUAN DIEGO MEJIA		
ESCALA INDICADA	FECHA OCTUBRE 2014	ING. LUIS ALFARO (ASESOR)	



ESTACION	AREA DE RELLENO	AREA DE CORTE	VOLUMEN DE RELLENO	VOLUMEN DE CORTE	VOL. DE RELLENO ACUMULADO	VOL. DE CORTE ACUMULADO
0+020.00	0.00	1.34	0.00	0.00	0.00	0.00
0+040.00	0.02	1.34	0.18	26.83	0.18	26.83
0+060.00	0.28	1.34	2.98	26.83	3.16	53.65
0+080.00	1.17	0.63	14.49	19.76	17.65	73.42
0+100.00	2.27	0.00	34.44	6.35	52.09	79.76
0+120.00	0.00	1.53	22.75	15.34	74.84	95.10
0+140.00	0.00	1.84	0.00	31.84	74.84	126.94
0+160.00	0.25	2.08	2.36	37.49	77.20	164.43
0+180.00	2.72	2.98	29.77	50.59	106.97	215.02
0+200.00	3.09	3.86	59.98	66.23	166.95	281.25
0+220.00	0.36	5.63	33.10	94.40	200.05	375.64
0+240.00	2.30	1.30	20.13	84.90	220.18	460.54
0+260.00	0.00	1.60	26.07	28.09	246.25	488.63
0+280.00	0.00	1.38	0.00	29.85	246.25	518.48
0+300.00	0.00	1.41	0.00	27.98	246.25	546.46
0+320.00	0.00	1.44	0.00	28.56	246.25	575.03
0+340.00	0.04	1.47	0.43	29.13	246.69	604.15
0+360.00	0.04	2.21	0.87	36.75	247.56	640.90
0+380.00	0.00	1.69	0.42	38.82	247.98	679.72
0+400.00	0.75	1.11	7.54	28.01	255.51	707.73

ESTACION	AREA DE RELLENO	AREA DE CORTE	VOLUMEN DE RELLENO	VOLUMEN DE CORTE	VOL. DE RELLENO ACUMULADO	VOL. DE CORTE ACUMULADO
1+220.00	0.42	3.09	9.65	55.39	818.30	2824.20
1+240.00	0.04	2.06	4.61	51.52	822.91	2875.73
1+260.00	0.02	1.87	0.56	39.38	823.47	2915.11
1+280.00	0.01	1.68	0.27	35.59	823.74	2950.70
1+300.00	0.01	1.51	0.19	32.02	823.93	2982.72
1+320.00	0.13	1.77	1.38	32.79	825.31	3015.51
1+340.00	0.43	3.23	5.75	46.87	831.05	3062.39
1+360.00	0.13	2.08	5.63	51.90	836.68	3114.28
1+380.00	0.81	2.82	9.46	48.75	846.14	3161.03
1+400.00	2.19	1.63	30.03	42.52	876.17	3203.55
1+420.00	0.89	1.38	30.76	30.13	906.93	3233.68
1+440.00	0.41	3.28	11.80	49.39	918.72	3283.07
1+460.00	0.17	1.38	5.38	49.32	924.11	3332.39
1+480.00	0.00	3.25	1.75	46.31	925.85	3378.69
1+500.00	0.06	2.11	0.59	53.55	926.45	3432.24
1+520.00	0.03	2.75	0.95	48.27	927.39	3480.51
1+540.00	0.32	1.70	3.46	44.46	930.86	3524.97
1+560.00	0.01	2.90	3.33	45.50	934.18	3570.47
1+580.00	0.37	1.93	3.79	48.34	937.98	3618.81
1+600.00	0.17	1.72	5.42	36.56	943.39	3655.37

ESTACION	AREA DE RELLENO	AREA DE CORTE	VOLUMEN DE RELLENO	VOLUMEN DE CORTE	VOL. DE RELLENO ACUMULADO	VOL. DE CORTE ACUMULADO
2+420.00	0.00	3.10	0.00	64.73	1176.63	5501.10
2+440.00	0.17	1.37	1.73	44.59	1178.36	5545.68
2+460.00	0.22	1.48	3.76	28.72	1182.12	5574.40
2+480.00	0.00	1.92	2.26	34.02	1184.38	5608.42
2+500.00	0.00	1.71	0.00	36.33	1184.38	5644.75
2+520.00	0.00	3.53	0.00	52.61	1184.38	5697.36
2+540.00	0.00	2.06	0.00	55.89	1184.38	5753.25
2+560.00	0.00	3.11	0.00	51.73	1184.38	5804.98
2+580.00	0.00	4.26	0.00	73.73	1184.38	5878.71
2+600.00	0.00	2.74	0.00	69.98	1184.38	5948.69
2+620.00	0.00	3.84	0.00	65.79	1184.38	6014.48
2+640.00	0.00	2.12	0.00	59.75	1184.38	6074.24
2+660.00	0.00	2.65	0.00	47.95	1184.38	6122.19
2+680.00	1.17	1.11	10.88	38.76	1195.26	6160.95
2+700.00	0.38	1.53	15.49	28.44	1210.76	6187.40
2+720.00	0.05	1.81	4.33	31.42	1215.09	6218.82
2+740.00	0.24	2.00	2.90	36.10	1217.98	6254.92
2+760.00	0.03	1.84	2.68	38.44	1220.66	6293.36
2+780.00	0.02	1.54	0.45	33.80	1221.11	6327.16
2+800.00	0.02	1.56	0.32	30.94	1221.43	6358.11

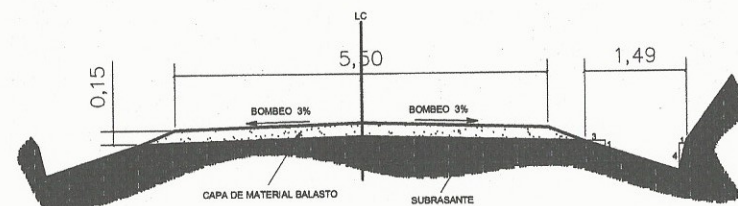
ESTACION	AREA DE RELLENO	AREA DE CORTE	VOLUMEN DE RELLENO	VOLUMEN DE CORTE	VOL. DE RELLENO ACUMULADO	VOL. DE CORTE ACUMULADO
0+420.00	0.33	2.72	11.36	39.93	266.87	747.65
0+440.00	0.05	2.31	3.74	50.31	270.61	797.97
0+460.00	0.25	1.43	2.92	37.41	273.53	835.37
0+480.00	0.01	3.35	2.49	47.80	278.02	883.17
0+500.00	0.98	2.09	9.95	54.31	285.97	937.48
0+520.00	0.02	2.84	10.08	50.33	296.03	987.81
0+540.00	0.04	1.69	0.62	46.29	296.65	1034.11
0+560.00	0.10	1.41	1.58	30.89	298.23	1084.80
0+580.00	0.00	1.55	1.03	29.53	299.26	1094.33
0+600.00	0.39	1.25	3.85	27.93	303.11	1122.26
0+620.00	0.16	1.46	5.52	27.08	308.63	1149.34
0+640.00	0.00	3.62	1.57	50.89	310.19	1200.23
0+660.00	0.37	2.91	3.68	64.89	313.88	1265.12
0+680.00	0.00	3.80	3.69	66.61	317.57	1331.73
0+700.00	0.08	1.51	0.76	53.10	318.33	1384.83
0+720.00	0.53	0.70	6.10	22.03	324.43	1406.86
0+740.00	0.88	1.07	14.05	17.73	338.48	1424.59
0+760.00	0.08	1.47	9.53	25.35	348.01	1449.94
0+780.00	0.00	1.51	0.65	29.40	348.66	1479.34
0+800.00	0.00	5.59	0.00	71.52	348.66	1550.86

ESTACION	AREA DE RELLENO	AREA DE CORTE	VOLUMEN DE RELLENO	VOLUMEN DE CORTE	VOL. DE RELLENO ACUMULADO	VOL. DE CORTE ACUMULADO
1+820.00	0.16	1.74	3.35	34.63	946.74	3690.00
1+840.00	0.08	1.77	2.38	35.10	949.12	3725.10
1+860.00	0.03	1.10	1.04	28.79	950.16	3753.89
1+880.00	0.00	1.17	0.31	22.87	950.47	3776.56
1+900.00	0.00	1.25	0.00	24.17	950.47	3800.73
1+920.00	0.00	1.36	0.00	26.02	950.47	3826.75
1+940.00	0.02	1.51	0.17	26.87	950.65	3855.42
1+960.00	0.00	3.63	0.19	53.57	950.84	3908.99
1+980.00	0.84	2.53	7.94	68.41	958.78	3975.40
1+990.00	0.00	3.83	11.51	55.55	970.29	4030.95
1+990.00	0.38	2.83	11.51	45.93	973.88	4076.88
1+990.00	0.00	1.76	3.59	45.93	973.88	4113.80
1+990.00	0.00	1.93	0.05	36.93	973.93	4113.80
1+990.00	0.23	1.35	2.31	32.82	978.24	4146.62
1+990.00	0.05	1.38	2.73	27.26	978.97	4173.58
1+990.00	0.03	1.41	0.77	27.90	979.74	4201.78
1+990.00	0.00	4.30	0.26	57.07	980.00	4258.85
1+990.00	0.22	2.02	2.07	64.61	982.07	4323.47
1+990.00	0.00	2.81	1.99	50.05	984.06	4373.52
1+990.00	0.00	1.45	0.01	43.41	984.07	4416.94
2+000.00	0.00	5.85	0.00	75.09	984.07	4492.03

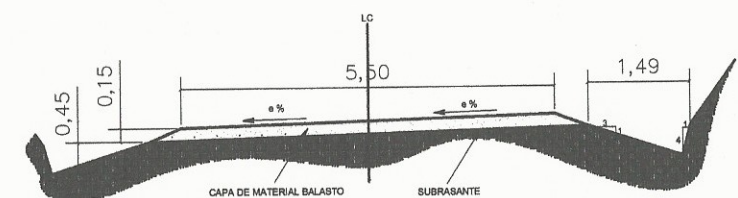
ESTACION	AREA DE RELLENO	AREA DE CORTE	VOLUMEN DE RELLENO	VOLUMEN DE CORTE	VOL. DE RELLENO ACUMULADO	VOL. DE CORTE ACUMULADO
2+820.00	0.08	1.57	0.82	31.29	1222.25	6389.40
2+840.00	0.29	1.59	3.62	31.65	1225.86	6421.05
2+860.00	0.00	1.59	2.86	31.83	1228.73	6452.88
2+880.00	0.00	1.59	0.00	31.79	1228.73	6484.67
2+900.00	0.00	1.69	0.04	31.73	1228.77	6516.40
2+920.00	0.01	1.59	0.12	31.74	1228.90	6548.14
2+940.00	0.00	2.82	0.10	44.24	1229.00	6592.39
2+960.00	0.00	1.50	0.01	43.56	1229.01	6635.94
2+980.00	0.12	1.75	1.51	32.02	1230.52	6667.96
3+000.00	0.25	2.36	3.63	41.09	1234.15	6709.06
3+020.00	0.00	2.08	2.45	44.19	1236.60	6753.25
3+040.00	0.00	1.92	0.00	39.78	1236.60	6793.03
3+060.00	0.00	1.79	0.00	37.12	1236.60	6830.15
3+080.00	0.00	1.68	0.00	34.48	1236.60	6864.64
3+100.00	0.00	1.53	0.00	31.82	1236.60	6896.56
3+120.00	0.00	1.40	0.00	29.37	1236.60	6925.93
3+140.00	0.00	2.11	0.00	35.16	1236.60	6961.09
3+160.00	0.00	2.32	0.00	44.33	1236.60	7005.43
3+180.00	0.00	2.52	0.00	48.38	1236.60	7053.80
3+200.00	0.00	2.73	0.00	52.44	1236.60	7106.24

ESTACION	AREA DE RELLENO	AREA DE CORTE	VOLUMEN DE RELLENO	VOLUMEN DE CORTE	VOL. DE RELLENO ACUMULADO	VOL. DE CORTE ACUMULADO
0+820.00	0.19	4.27	1.79	100.06	350.46	1650.92
0+840.00	0.30	8.40	4.90	106.73	355.36	1757.66
0+860.00	0.00	1.66	2.88	83.16	358.23	1840.81
0+880.00	3.68	13.60	30.71	176.95	388.94	2017.76
0+900.00	0.40	1.45	40.76	150.53	429.70	2168.29
0+920.00	2.09	0.99	24.91	24.42	454.60	2192.71
0+940.00	0.85	0.60	27.48	15.94	482.08	2206.65
0+960.00	0.94	0.04	15.88	6.44	497.97	2215.09
0+980.00	1.31	0.24	22.46	2.80	520.42	2217.89
1+000.00	2.83	1.14	41.41	13.84	561.83	2231.73
1+020.00	4.83	0.05	78.05	11.54	639.88	2243.26
1+040.00	1.01	1.54	58.32	15.90	698.20	2259.17
1+060.00	0.00	4.62	9.29	64.11	707.49	2323.28
1+080.00	0.04	3.05	0.42	76.68	707.90	2398.97
1+100.00	0.04	3.79	0.85	68.32	708.76	2468.28
1+120.00	0.02	1.84	0.66	54.24	709.42	2522.52
1+140.00	0.02	2.08	0.43	37.12	709.84	2559.64
1+160.00	0.49	4.51	4.57	69.57	714.41	2629.21
1+180.00	4.24	3.53	46.77	81.13	761.19	2710.34
1+200.00	0.60	2.23	47.48	58.48	808.64	2768.82

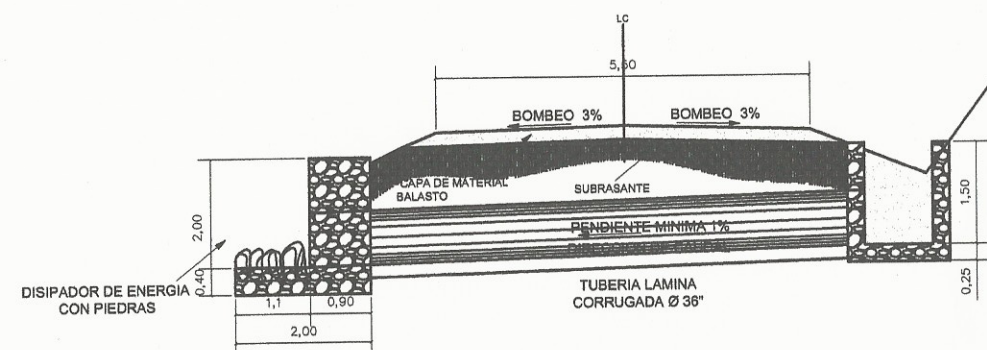
TABLA DE VOLUMENES						
ESTACION	AREA DE RELLENO	AREA DE CORTE	VOLUMEN DE RELLENO	VOLUMEN DE CORTE	VOL. DE RELLENO ACUMULADO	VOL. DE CORTE ACUMULADO
2+020.00	0.00	7.75	0.00	141.69	984.07	4633.72
2+040.00	0.00	2.23	0.00	103.18	984.07	4736.90
2+060.00	0.01	2.19	0.09	44.27	984.16	4781.17
2+080.00	0.01	2.15	0.09	43.28	984.25	4824.45
2+100.00	0.00	3.10	0.00	53.63	984.25	4878.08
2+120.00	0.84	2.51	8.39	56.11	992.64	4934.18
2+140.00	0.00	4.27	8.54	66.77	1001.18	5000.95
2+160.00	0.38	2.88	3.86	71.28	1005.04	5072.24
2+180.00	1.18	0.97	15.58	39.55	1026.83	5111.79
2+200.00	0.00	1.66	11.80	26.49	1032.43	5138.28
2+220.00	0.54	1.32	5.39	30.00	1037.82	5168.29
2+240.00	0.05	1.60	5.84	29.23	1043.66	5197.52
2+260.00	1.23	1.16	12.76	27.66	1056.42	5225.18
2+280.00	0.97	1.63	22.04	27.98	1078.46	5253.16
2+300.00	3.36	0.17	43.31	18.03	1121.77	5271.19
2+320.00	0.00	1.69	33.59	18.55	1155.36	5289.74
2+340.00	1.06	1.02	10.64	27.03	1186.00	5316.77
2+360.00	0.00	1.85	10.62	28.71	1176.83	5345.48
2+380.00	0.00	1.87	0.00	37.20	1176.83	5382.68
2+400.00	0.00	3.50	0.00	53.69	1176.83	5436.37



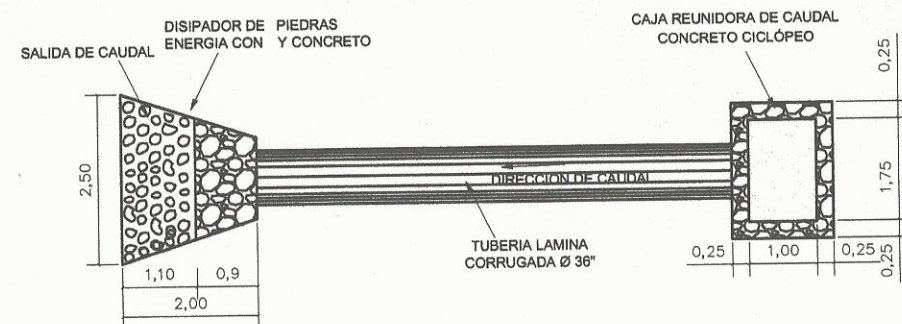
SECCION TRANSVERSAL EN TRAMO RECTO
AMPLIACIÓN Y MEJORAMIENTO DE CARRETERA, ALDEA TENEDORES
ESCALA 1:50



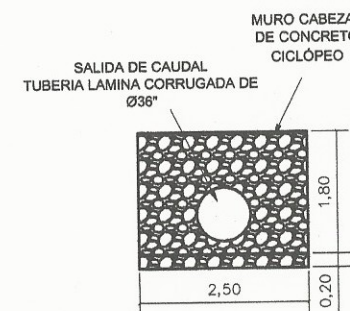
SECCION TRANSVERSAL EN TRAMO CON CURVA
AMPLIACIÓN Y MEJORAMIENTO DE CARRETERA, ALDEA TENEDORES
ESCALA 1:50



SECCION TRANSVERSAL CON DRENAJE TRANSVERSAL VISTA EN PERFIL
AMPLIACIÓN Y MEJORAMIENTO DE CARRETERA, ALDEA TENEDORES
ESCALA 1:50



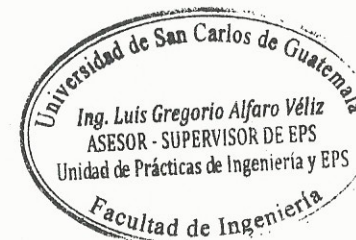
DRENAJE TRANSVERSAL VISTA EN PLANTA
AMPLIACIÓN Y MEJORAMIENTO DE CARRETERA, ALDEA TENEDORES
ESCALA 1:50



DRENAJE TRANSVERSAL VISTA FRONTAL
AMPLIACIÓN Y MEJORAMIENTO DE CARRETERA, ALDEA TENEDORES
ESCALA 1:50

ESPECIFICACIONES:

1. EL CONCRETO CICLOPEO SERÁ UNA COMBINACION DE CONCRETO ESTRUCTURAL Y DE PIEDRA GRANDE NO MAYOR A 300 MM. SEGUN LA SECCION 555.01 DE LAS ESPECIFICACIONES GENERALES PARA CONSTRUCCION DE CARRETERAS Y PUENTES, DE LA DIRECCION GENERAL DE CAMINOS (DGC).
2. EL CONCRETO SE HARÁ EN LA PROPORCIÓN DE VOLUMEN 1:2:3, CEMENTO ARENA Y PIEDRIN DE $\frac{1}{2}$ " .CON UNA RESISTENCIA DE 3,000 PSI A LOS 28 DIAS. SEGUN LA SECCION 551 DE LAS ESPECIFICACIONES GENERALES PARA CONSTRUCCION DE CARRETERAS Y PUENTES, DE LA DIRECCION GENERAL DE CAMINOS (DGC).
3. SE REPELLARÁ EL INTERIOR DE LA CAJA REUNIDORA DE CAUDAL CON MORTERO PROPORCION VOLUMEN 1:2, CEMENTO Y ARENA CON UN RECUBRIMIENTO MINIMO DE 1.5 CMS Y ALIZADO INTERNO Y EXTERNO. SEGUN LA SECCION 566 DE LAS ESPECIFICACIONES GENERALES PARA CONSTRUCCION DE CARRETERAS Y PUENTES, DE LA DIRECCION GENERAL DE CAMINOS (DGC).
4. EL DIAMETRO DE LA TUBERIA DE DRENAJE TRANSVERSAL TENDRÁ UN DIAMETRO DE 36" Y SERÁ DE LAMINA CORRUGADA Y DEBERA CUMPLIR LOS REQUISITOS DE LA SECCION 603 DE LAS ESPECIFICACIONES GENERALES PARA CONSTRUCCION DE CARRETERAS Y PUENTES, DE LA DIRECCION GENERAL DE CAMINOS (DGC).



UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA	
PROYECTO: AMPLIACIÓN Y MEJORAMIENTO DE CARRETERA PARA LA ALDEA TENEDORES	
UBICACIÓN: ALDEA TENEDORES	
MUNICIPIO: MORALES	
DEPARTAMENTO: IZABAL	
CONTENIDO	Hoja 10/70
SECCIONES TRANSVERSALES CON DETALLES	
EPS	DISEÑO
6 MESES	JUAN DIEGO MEJIA
CÁLULO	DIBUJO
JUAN DIEGO MEJIA	JUAN DIEGO MEJIA
ESCALA	FECHA
1:50	OCTUBRE 2014

ING. LUIS ALFARO
(ASESOR)

E	LONGITUD	ANCHO	ELEVACION
50	1527.537	89708.370	228.250

E	PO	CAMBIAMIENTO INICIAL	CAMBIAMIENTO FINAL	LONGITUD	DIRECCION	ELEV.
1	0+000.000	0+000.000	10.000	N10° 30' 12.00"E	228.156	
2	0+000.000	0+000.000	10.000	N10° 30' 12.00"E	228.000	
3	0+000.000	0+000.000	10.000	N10° 30' 12.00"E	227.844	
4	0+000.000	0+000.000	10.000	N10° 30' 12.00"E	227.688	
5	0+000.000	0+000.000	10.000	N10° 30' 12.00"E	227.532	
6	0+000.000	0+000.000	10.000	N10° 30' 12.00"E	227.376	
7	0+000.000	0+000.000	10.000	N10° 30' 12.00"E	227.220	
8	0+000.000	0+000.000	10.000	N10° 30' 12.00"E	227.064	
9	0+000.000	0+000.000	10.000	N10° 30' 12.00"E	226.908	
10	0+000.000	0+000.000	10.000	N10° 30' 12.00"E	226.752	
11	0+000.000	0+000.000	10.000	N10° 30' 12.00"E	226.596	
12	0+000.000	0+000.000	10.000	N10° 30' 12.00"E	226.440	
13	0+000.000	0+000.000	10.000	N10° 30' 12.00"E	226.284	
14	0+000.000	0+000.000	10.000	N10° 30' 12.00"E	226.128	
15	0+000.000	0+000.000	10.000	N10° 30' 12.00"E	225.972	
16	0+000.000	0+000.000	10.000	N10° 30' 12.00"E	225.816	
17	0+000.000	0+000.000	10.000	N10° 30' 12.00"E	225.660	
18	0+000.000	0+000.000	10.000	N10° 30' 12.00"E	225.504	
19	0+000.000	0+000.000	10.000	N10° 30' 12.00"E	225.348	
20	0+000.000	0+000.000	10.000	N10° 30' 12.00"E	225.192	

E	PO	CAMBIAMIENTO INICIAL	CAMBIAMIENTO FINAL	LONGITUD	DIRECCION	ELEV.
21	0+000.000	0+000.000	10.000	N10° 30' 12.00"E	225.036	
22	0+000.000	0+000.000	10.000	N10° 30' 12.00"E	224.880	
23	0+000.000	0+000.000	10.000	N10° 30' 12.00"E	224.724	
24	0+000.000	0+000.000	10.000	N10° 30' 12.00"E	224.568	
25	0+000.000	0+000.000	10.000	N10° 30' 12.00"E	224.412	
26	0+000.000	0+000.000	10.000	N10° 30' 12.00"E	224.256	
27	0+000.000	0+000.000	10.000	N10° 30' 12.00"E	224.100	
28	0+000.000	0+000.000	10.000	N10° 30' 12.00"E	223.944	
29	0+000.000	0+000.000	10.000	N10° 30' 12.00"E	223.788	
30	0+000.000	0+000.000	10.000	N10° 30' 12.00"E	223.632	
31	0+000.000	0+000.000	10.000	N10° 30' 12.00"E	223.476	
32	0+000.000	0+000.000	10.000	N10° 30' 12.00"E	223.320	
33	0+000.000	0+000.000	10.000	N10° 30' 12.00"E	223.164	
34	0+000.000	0+000.000	10.000	N10° 30' 12.00"E	223.008	
35	0+000.000	0+000.000	10.000	N10° 30' 12.00"E	222.852	
36	0+000.000	0+000.000	10.000	N10° 30' 12.00"E	222.696	
37	0+000.000	0+000.000	10.000	N10° 30' 12.00"E	222.540	
38	0+000.000	0+000.000	10.000	N10° 30' 12.00"E	222.384	
39	0+000.000	0+000.000	10.000	N10° 30' 12.00"E	222.228	
40	0+000.000	0+000.000	10.000	N10° 30' 12.00"E	222.072	

E	PO	CAMBIAMIENTO INICIAL	CAMBIAMIENTO FINAL	LONGITUD	DIRECCION	ELEV.
41	0+000.000	0+000.000	10.000	N10° 30' 12.00"E	221.916	
42	0+000.000	0+000.000	10.000	N10° 30' 12.00"E	221.760	
43	0+000.000	0+000.000	10.000	N10° 30' 12.00"E	221.604	
44	0+000.000	0+000.000	10.000	N10° 30' 12.00"E	221.448	
45	0+000.000	0+000.000	10.000	N10° 30' 12.00"E	221.292	
46	0+000.000	0+000.000	10.000	N10° 30' 12.00"E	221.136	
47	0+000.000	0+000.000	10.000	N10° 30' 12.00"E	220.980	
48	0+000.000	0+000.000	10.000	N10° 30' 12.00"E	220.824	
49	0+000.000	0+000.000	10.000	N10° 30' 12.00"E	220.668	
50	0+000.000	0+000.000	10.000	N10° 30' 12.00"E	220.512	
51	0+000.000	0+000.000	10.000	N10° 30' 12.00"E	220.356	
52	0+000.000	0+000.000	10.000	N10° 30' 12.00"E	220.200	
53	0+000.000	0+000.000	10.000	N10° 30' 12.00"E	220.044	
54	0+000.000	0+000.000	10.000	N10° 30' 12.00"E	219.888	
55	0+000.000	0+000.000	10.000	N10° 30' 12.00"E	219.732	
56	0+000.000	0+000.000	10.000	N10° 30' 12.00"E	219.576	
57	0+000.000	0+000.000	10.000	N10° 30' 12.00"E	219.420	
58	0+000.000	0+000.000	10.000	N10° 30' 12.00"E	219.264	
59	0+000.000	0+000.000	10.000	N10° 30' 12.00"E	219.108	
60	0+000.000	0+000.000	10.000	N10° 30' 12.00"E	218.952	

E	PO	CAMBIAMIENTO INICIAL	CAMBIAMIENTO FINAL	LONGITUD	DIRECCION	ELEV.
61	0+000.000	0+000.000	10.000	N10° 30' 12.00"E	218.796	
62	0+000.000	0+000.000	10.000	N10° 30' 12.00"E	218.640	
63	0+000.000	0+000.000	10.000	N10° 30' 12.00"E	218.484	
64	0+000.000	0+000.000	10.000	N10° 30' 12.00"E	218.328	
65	0+000.000	0+000.000	10.000	N10° 30' 12.00"E	218.172	
66	0+000.000	0+000.000	10.000	N10° 30' 12.00"E	218.016	
67	0+000.000	0+000.000	10.000	N10° 30' 12.00"E	217.860	
68	0+000.000	0+000.000	10.000	N10° 30' 12.00"E	217.704	
69	0+000.000	0+000.000	10.000	N10° 30' 12.00"E	217.548	
70	0+000.000	0+000.000	10.000	N10° 30' 12.00"E	217.392	
71	0+000.000	0+000.000	10.000	N10° 30' 12.00"E	217.236	
72	0+000.000	0+000.000	10.000	N10° 30' 12.00"E	217.080	
73	0+000.000	0+000.000	10.000	N10° 30' 12.00"E	216.924	
74	0+000.000	0+000.000	10.000	N10° 30' 12.00"E	216.768	
75	0+000.000	0+000.000	10.000	N10° 30' 12.00"E	216.612	
76	0+000.000	0+000.000	10.000	N10° 30' 12.00"E	216.456	
77	0+000.000	0+000.000	10.000	N10° 30' 12.00"E	216.300	
78	0+000.000	0+000.000	10.000	N10° 30' 12.00"E	216.144	
79	0+000.000	0+000.000	10.000	N10° 30' 12.00"E	215.988	
80	0+000.000	0+000.000	10.000	N10° 30' 12.00"E	215.832	

ESPECIFICACIONES Y COMPONENTES DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE

FUENTE:
LA FUENTE DEL SISTEMA DE AGUA SERA UN RIO , POR LO QUE SERA UNA FUENTE DE AGUA SUPERFICIAL. ESTA FUENTE DE AGUA ES ACEPTADA SEGUN EL CAPITULO 2.2.1 DE LA GUIA DE NORMAS SANITARIAS PARA EL DISEÑO DE SISTEMAS RURALES DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO. INFORM.

CALIDAD DEL AGUA:
LA CALIDAD DEL AGUA DEPENDE DE FACTORES BACTERIOLOGICOS Y FISICO-QUIMICOS. EL AGUA DEBE DE CUMPLIR CON LA NORMA COGUANOR N° 29001 Y EL ACUERDO GUBERNATIVO 178-2009. PARA LA TOMA DE MUESTRAS DEBERAN UTILIZARSE RECIPIENTES DE PLASTICO ESTERILIZADOS DE UN VOLUMEN NO MENOR DE 100 MILILITROS PARA ANALISIS BACTERIOLOGICOS Y RECIPIENTES NO MENORES DE 1 GALON PARA ANALISIS FISICO-QUIMICOS.

TRATAMIENTO DEL AGUA:
EL TRATAMIENTO DEL AGUA SE HARÁ CON CLORO SEGUN LAS ESPECIFICACIONES DEL MANUAL DE NORMAS SANITARIAS QUE ESTABLECEN PROCESOS Y METODOS DE PURIFICACION DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO, ARTICULOS 6 AL 22.

CAPTACION:
SE DEBERA TOMAR EN CUENTA EL CAUDAL DE DISEÑO PARA SU DISEÑO. LA CAPTACION DEBERA POSEER REBALSE. CAJA DE INSPECCION Y FILTROS NATURALES. SE DEBERAN RESPETAR LOS CAPITULO 6.1 AL 6.1.2. DE LA GUIA DE NORMAS SANITARIAS PARA EL DISEÑO DE SISTEMAS RURALES DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO. INFORM.

LÍNEA DE CONDUCCIÓN:
ESTARA CONFORMADA POR UNA TUBERIA QUE TRANSPORTARA EL AGUA A PRESION DESDE LA CAPTACION HASTA EL TANQUE DE DISTRIBUCION SEGUN EL CAPITULO 2.2.2 Y 6.2.2. DE LA GUIA DE NORMAS SANITARIAS PARA EL DISEÑO DE SISTEMAS RURALES DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO. INFORM.

TANQUE DE DISTRIBUCION:
PARA EL PREDIMENSIONAMIENTO SE CONSIDERARA EL 25% DEL CAUDAL MEDIO DIARIO. SEGUN LA SECCION 5.5.3 DE LA GUIA DE NORMAS SANITARIAS PARA EL DISEÑO DE SISTEMAS RURALES DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO. INFORM. EL TANQUE DE DISTRIBUCION SE HARÁ SOBRE EL NIVEL DEL TERRENO. DE CONCRETO CICLOPEO CON LOSA DE CONCRETO REFORZADA. TENDRA ACCESO Y UNA TAPA DE CONCRETO REPOZADO. EL TANQUE DE DISTRIBUCION DEBE CUMPLIR TODAS LAS NORMAS QUE SE PRESENTAN EN EL CAPITULO 6 DE LA GUIA DE NORMAS SANITARIAS PARA EL DISEÑO DE SISTEMAS RURALES DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO. INFORM. LOS DETALLES CONSTRUCTIVOS DEL TANQUE SE MUESTRAN EN LOS PLANOS DE DETALLES DEL TANQUE DE DISTRIBUCION.

RED DE DISTRIBUCION:
LA RED DE DISTRIBUCION SERA CON RAMALES ABIERTOS DONDE SE DEBEN DE CUMPLIR LAS PRESIONES DE SERVICIO LAS CUALES SON DE 10 A 60 METROS COLUMNA DE AGUA. LA PRESION HIDROSTATICA MAXIMA SERA DE 60 METROS. DEBERAN CUMPLIRSE LAS NORMAS 6.4 Y 6.4.1. DE LA GUIA DE NORMAS SANITARIAS PARA EL DISEÑO DE SISTEMAS RURALES DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO. INFORM.

VÁLVULAS
DEPENDIENDO DE SU FUNCION. SE UTILIZARAN LAS SIGUIENTES VÁLVULAS.
VÁLVULA DE CONTROL:
SE UTILIZAN PARA AISLAR TRAMOS DE LA RED DE DISTRIBUCION PARA PODER HACER REPARACIONES. SON VÁLVULAS TIPO COMPUERTA.
VÁLVULA DE LIMPIEZA:
SE COLOCAN EN PUNTOS BAJOS DEL SISTEMA PARA EVACUAR SUCIEDAD O BASURA QUE SE ACUMULA PERIÓDICAMENTE EN EL SISTEMA. SON VÁLVULAS TIPO COMPUERTA.
VÁLVULA DE AIRE:
SE COLOCAN EN LOS PUNTOS ALTOS DEL SISTEMA. SIRVEN PARA SACAR EL AIRE QUE SE ACUMULA EN EL SISTEMA.
TODAS LAS VÁLVULAS DEBEN DE SEGUIR LAS NORMAS DE LA SECCION 6.2.4 Y 6.4.2 DE LA GUIA DE NORMAS SANITARIAS PARA EL DISEÑO DE SISTEMAS RURALES DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO. INFORM.

CAJAS ROMPE PRESIÓN:
TIENEN COMO OBJETIVO HACER CAER LA PIEZOMETRICA EN UN PUNTO ESPECIFICO DEL TRAYECTO PARA INICIAR DE NUEVO EL DISEÑO UTILIZANDO COMO PUNTO DE REFERENCIA ESTE PUNTO. SE DEBEN DE SEGUIR LAS NORMAS DE LA SECCION 6.4.2 Y 6.2.4. DE LA GUIA DE NORMAS SANITARIAS PARA EL DISEÑO DE SISTEMAS RURALES DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO. INFORM.

COLOCACIÓN DE TUBERÍAS:
PARA LA LINEA DE CONDUCCION DEBERAN COLOCARSE ENTERRADAS A 0.8 METROS DE PROFUNDIDAD. PARA LA RED DE DISTRIBUCION DEBERAN COLOCARSE A 1.2 METROS DE PROFUNDIDAD. LA COLOCACION DE TUBERIAS DEBE CUMPLIR LA NORMA DE LA DE LA SECCION 6.2.3 DE LA GUIA DE NORMAS SANITARIAS PARA EL DISEÑO DE SISTEMAS RURALES DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO. INFORM.

EL MATERIAL PARA RELLENO DEBERA SER GRANULAR PERMEABLE, LIBRE DE EXCESO DE HUMEDAD, TURBA, TERRONES DE ARCILLA Y VEGETACION. LA DIMENSION MAXIMA ES DE 50 MILIMETROS. EL LIMITE LIQUIDO. AASHTO T 89 DEBERA SER DE 30% MAXIMO.

EN GENERAL, LAS ZANIAS Y LAS EXCAVACIONES SE DEBEN RELLENAR INMEDIATAMENTE.

EL MATERIAL DE RELLENO SE DEBE COMPACTAR EN CAPAS QUE NO EXCEDAN DE 150 MILIMETROS DE ESPESOR. DEBIENDO SER COLOCADAS SIMULTANEAMENTE A AMBOS LADOS DE LA TUBERIA PARA QUE NO SE PRODUZCAN PRESIONES DESIGUALES.

LA COMPACTACION SE HARÁ A MANO. DESDE EL FONDO DE LA ZANIA HASTA 600 MILIMETROS ARRIBA DE LA TUBERIA. A PARTIR DE ESA ALTURA, SE PUEDE COMPACTAR CON MAQUINA.

NO SE PERMITIRA QUE SE OPERE EQUIPO PESADO SOBRE UNA TUBERIA, SINO HASTA QUE HAYA SIDO HECHO CORRECTAMENTE EL RELLENO Y ESTA SE HAYA CUBIERTO, A PARTIR DE LA CORONA. CON MATERIAL DE POR LO MENOS 600 MILIMETROS DE ALTURA.

EN TODO CASO, LAS CAPAS DEBEN SER COMPACTADAS COMO MINIMO AL 90% DE LA DENSIDAD MAXIMA DETERMINADA POR EL METODO AASHTO T 155.

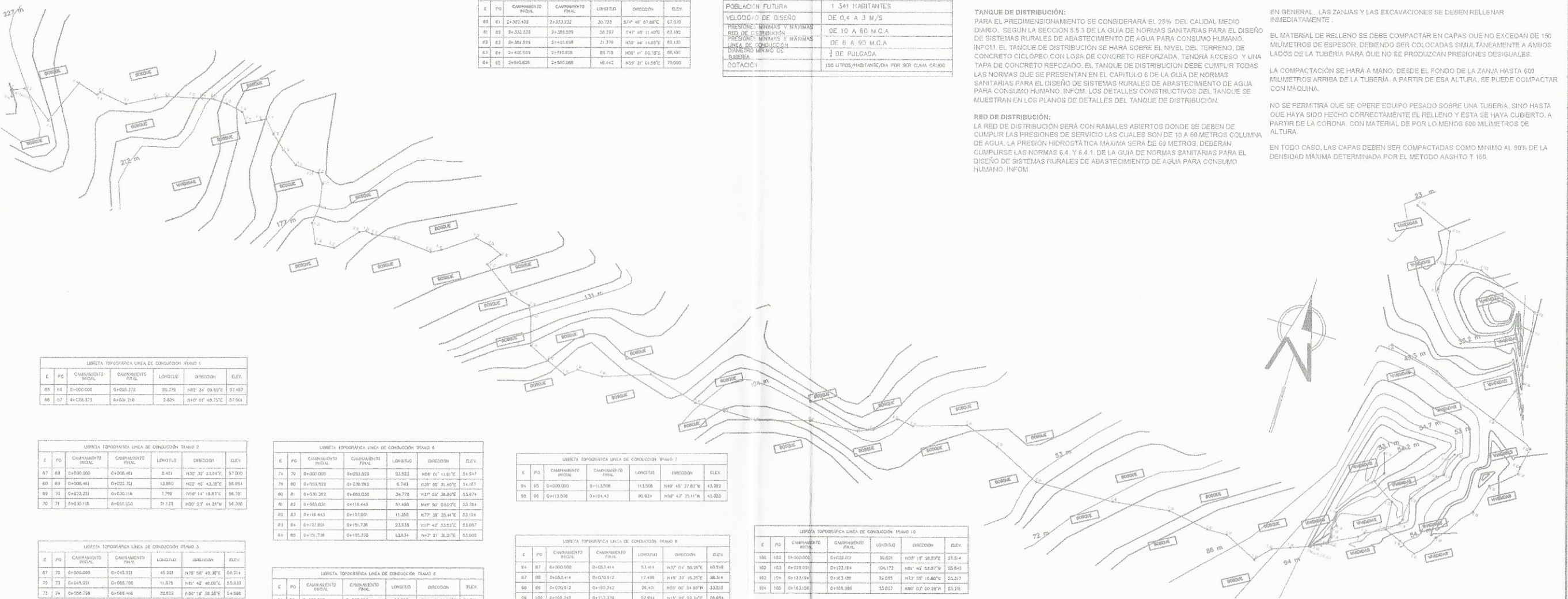




TABLA DE SÍMBOLOS	
	VIVIENDA
Q	CAUDAL TRANSPORTADO EN LITROS/SEGUNDO
PVC Ø	DIÁMETRO Y TIPO DE TUBERÍA

PLANTA DISTRIBUCIÓN DE VIVIENDAS

SISTEMA DE AGUA POTABLE, ALDEA CEMENTERIO GRAN CAÑÓN

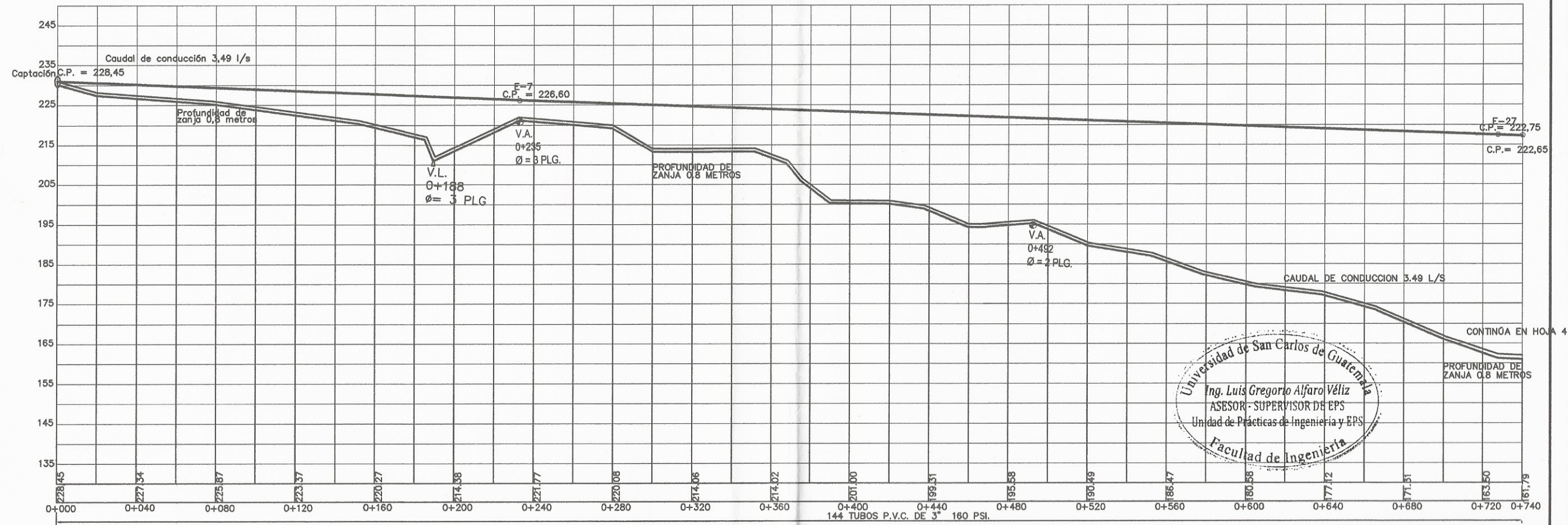
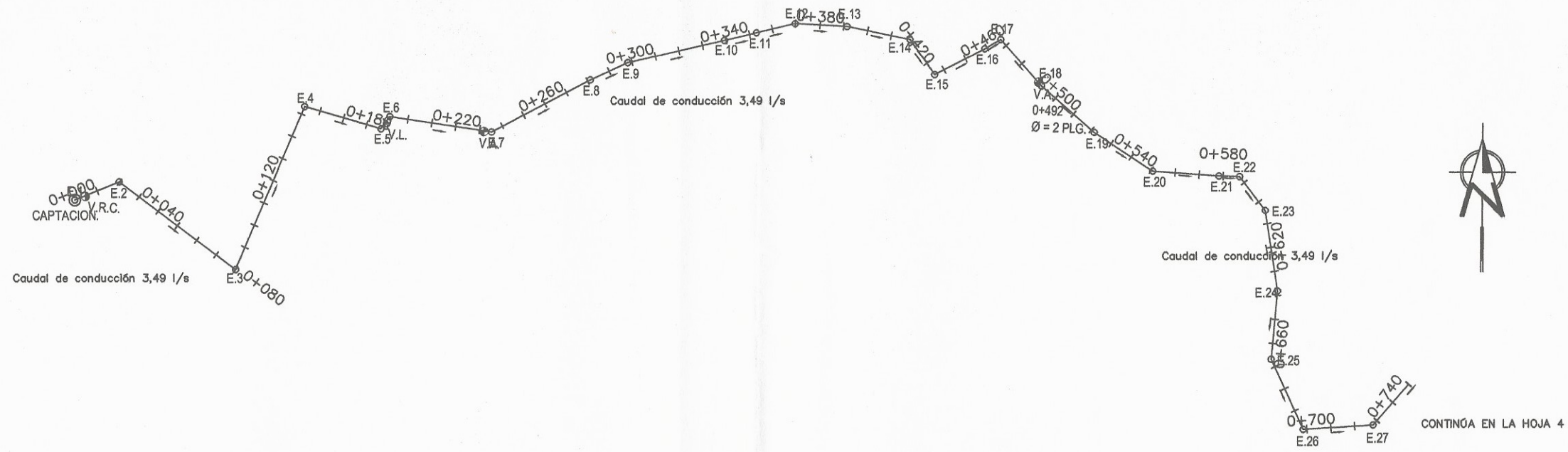
ESCALA 1:1000



UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA
 PROYECTO: DISEÑO DE SISTEMA DE AGUA POTABLE
 UBICACIÓN: ALDEA CEMENTERIO GRAN CAÑÓN
 MUNICIPIO: MORALES
 DEPARTAMENTO: IZABAL

CONTENIDO		Hoja
PLANTA DE DISTRIBUCION DE VIVIENDAS		2
6 MESES	JUAN DIEGO MEJIA EDELMAN	12
JUAN DIEGO MEJIA EDELMAN	JUAN DIEGO MEJIA EDELMAN	
1:1.000	OCTUBRE 2014	

[Signature]
 LUIS GREGORIO ALFARO VELIZ



PLANTA-PERFIL LÍNEA DE CONDUCCIÓN DE 0+000 A 0+740 SISTEMA DE AGUA POTABLE, ALDEA CEMENTERIO GRAN CAÑÓN

ESCALA VERTICAL 1:500
ESCALA HORIZONTAL 1:1000

TABLA DE SÍMBOLOS	
C.P.	COTA PIEZOMÉTRICA
Q	CAUDAL TRANSPORTADO EN LITROS/SEGUNDO
PVC Ø	DIÁMETRO Y TIPO DE TUBERÍA
⊙	VALVULA REGULADORA DE CAUDALES (V.R.C.)
—	DIRECCION DE FLUJO
Δ	VALVULA DE LIMPIEZA (V.L.)
⊕	VALVULA DE AIRE (V.A.)
■	CAJA ROMPE PRESIÓN (C.R.P.)

UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA

PROYECTO: DISEÑO DE SISTEMA DE AGUA POTABLE

UBICACIÓN: ALDEA CEMENTERIO GRAN CAÑÓN

MUNICIPIO: MORALES

DEPARTAMENTO: IZABAL

CONTENIDO

PLANTA-PERFIL DE 0+000 A 0+740

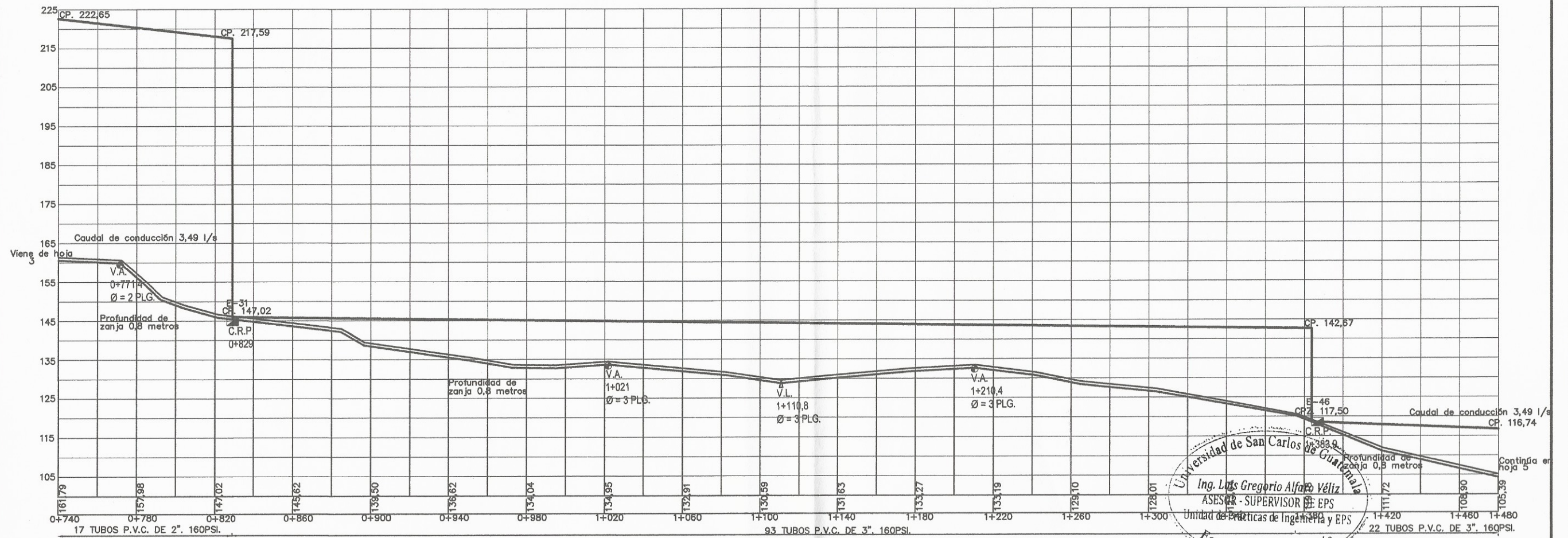
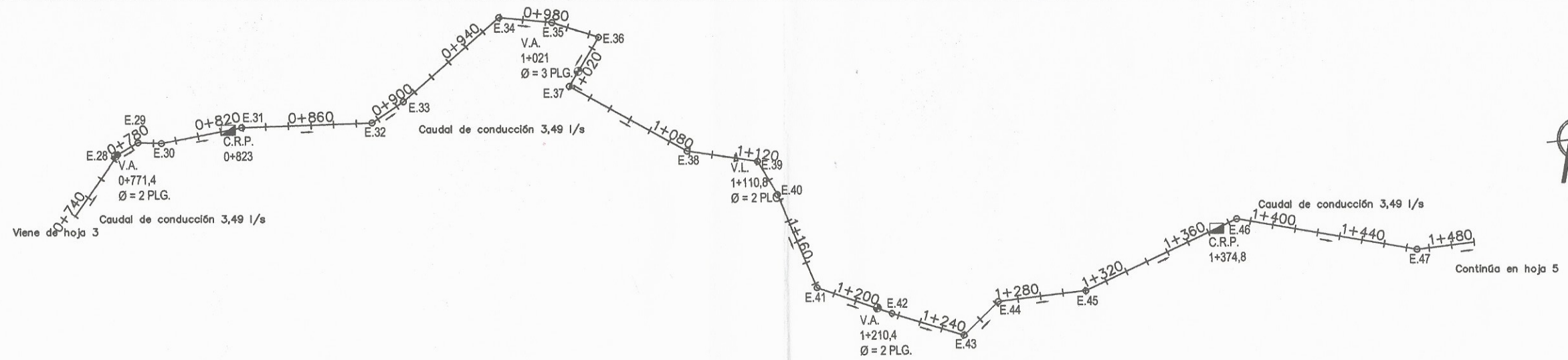
6 MESES

JUAN DIEGO MEJIA EDELMAN

ESCALA INDICADA

FECHA: OCTUBRE 2014

No. HOJA: 3/12



PLANTA-PERFIL LÍNEA DE CONDUCCIÓN DE 0+740 A 1+480

SISTEMA DE AGUA POTABLE, ALDEA CEMENTERIO GRAN CAÑÓN

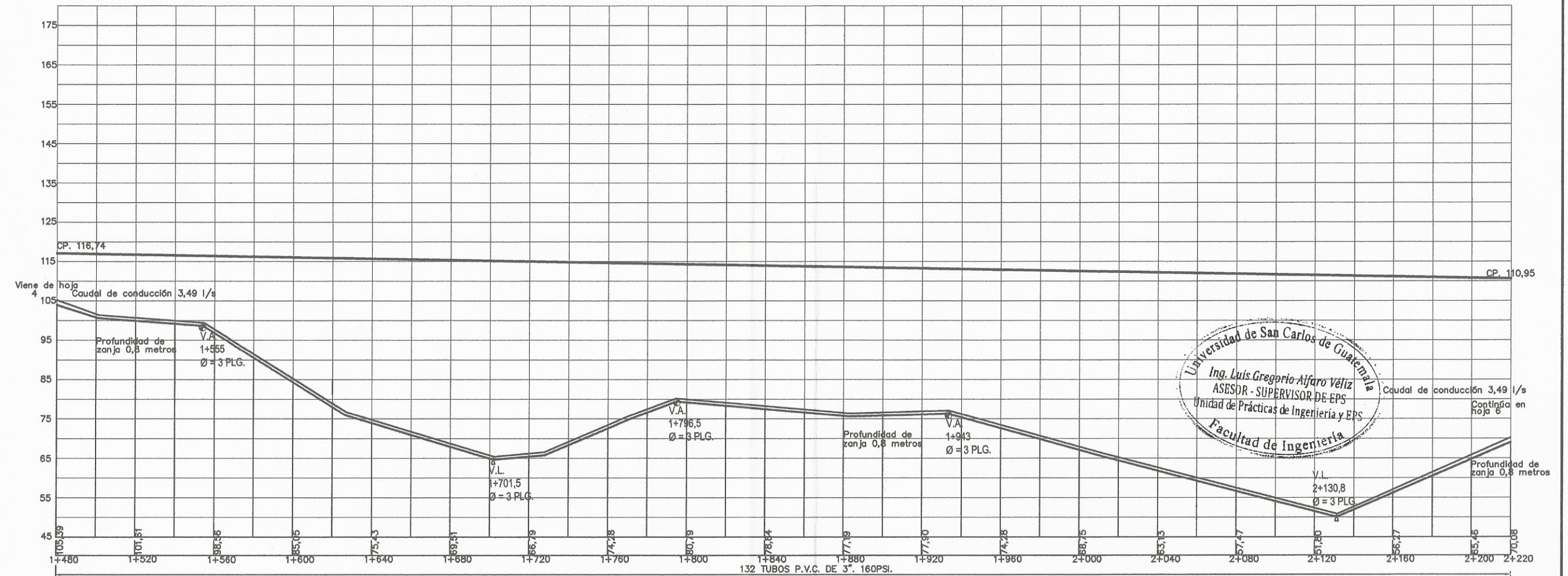
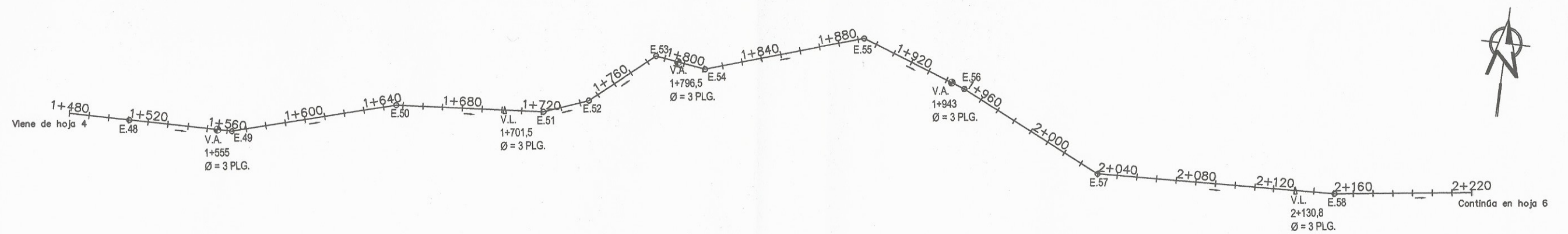
ESCALA VERTICAL 1:500
ESCALA HORIZONTAL 1:1000

TABLA DE SIMBOLOS	
C.P.	COTA PIEZOMETRICA
Q	CAUDAL TRANSPORTADO EN LITROS/SEGUNDO
PVC Ø	DIAMETRO Y TIPO DE TUBERIA
⊙	VALVULA REGULADORA DE CAUDALES (V.R.C.)
—	DIRECCION DE FLUJO
Δ	VALVULA DE LIMPIEZA (V.L.)
⊕	VALVULA DE AIRE (V.A.)
■	CAJA ROMPE PRESIÓN (C.R.P.)



UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA
PROYECTO: DISEÑO DE SISTEMA DE AGUA POTABLE
UBICACIÓN: ALDEA CEMENTERIO GRAN CAÑÓN
MUNICIPIO: MORALES
DEPARTAMENTO: IZABAL

CONTENIDO		No. HOJA
PLANTA-PERFIL DE 0+740 A 1+480		4 / 12
EPS	DISEÑO	
6 MESES	JUAN DIEGO MEJÍA EDELMAN	
CÁLCULO	DIBUJO	
JUAN DIEGO MEJÍA EDELMAN	JUAN DIEGO MEJÍA EDELMAN	
ESCALA INDICADA	FECHA	
	OCTUBRE 2014	

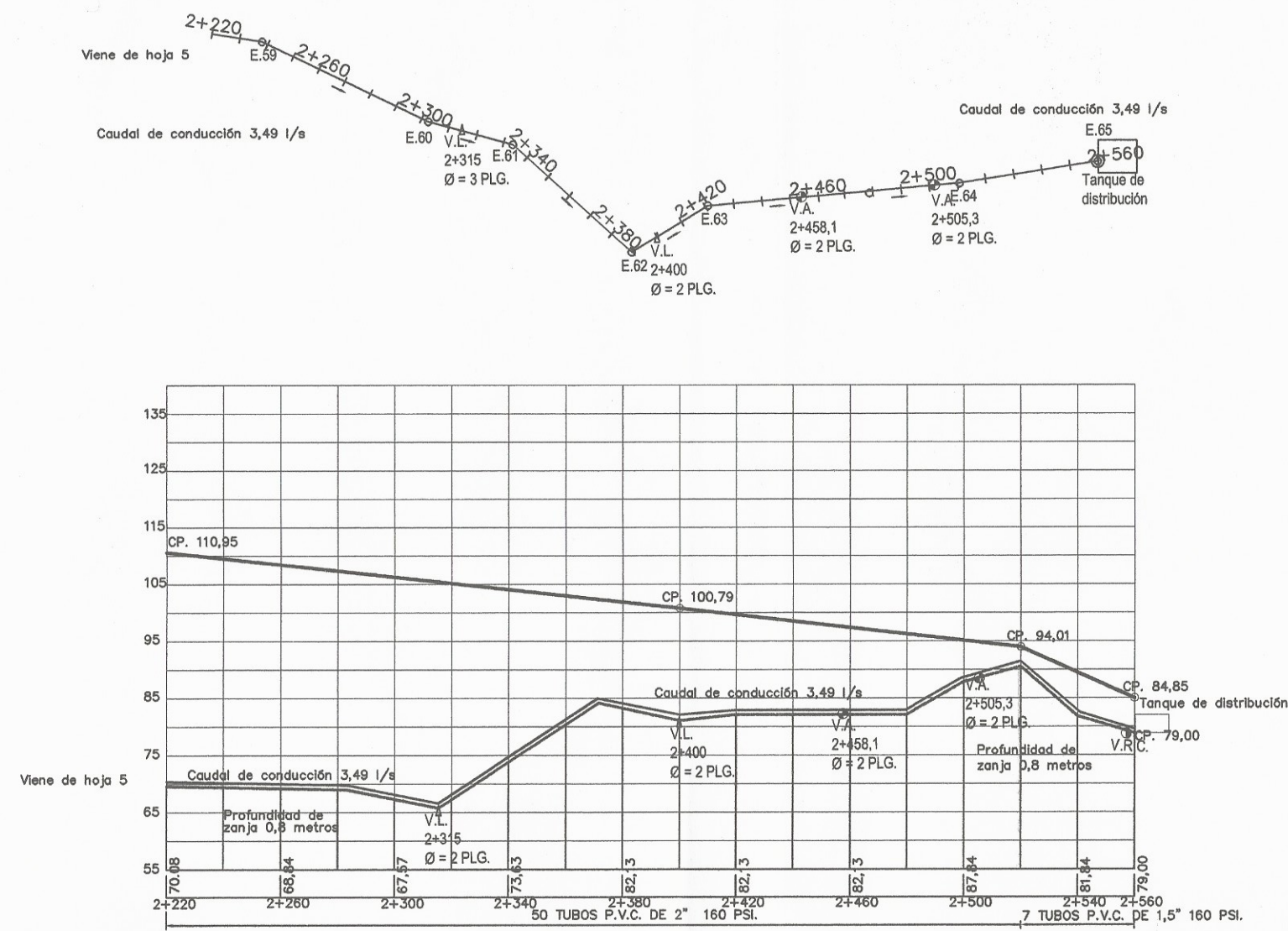


PLANTA-PERFIL LÍNEA DE CONDUCCIÓN DE 1+480 A 2+220 SISTEMA DE AGUA POTABLE, ALDEA CEMENTERIO GRAN CAÑÓN

ESCALA VERTICAL 1:500
 ESCALA HORIZONTAL 1:1000

TABLA DE SÍMBOLOS	
C.P.	COTA PIEZOMETRICA
Q	CAUDAL TRANSPORTADO EN LITROS/SEGUNDO
PVC Ø	DIAMETRO Y TIPO DE TUBERIA
⊙	VALVULA REGULADORA DE CAUDALES (V.R.C.)
—	DIRECCION DE FLUJO
Δ	VALVULA DE LIMPIEZA (V.L.)
⊕	VALVULA DE AIRE (V.A.)
■	CAJA ROMPE PRESIÓN (C.R.P.)

		UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA	
		PROYECTO: DISEÑO DE SISTEMA DE AGUA POTABLE	
UBICACIÓN		ALDEA CEMENTERIO GRAN CAÑÓN	
MUNICIPIO:		MORALES	
DEPARTAMENTO:		IZABAL	
CONTENIDO		No. HOJA	
PLANTA-PERFIL 1+480 A 2+220		5/12	
EPS	6 MESES	DISEÑO	JUAN DIEGO MEJIA EDELMAN
CALCULO	JUAN DIEGO MEJIA EDELMAN	DIBUJO	JUAN DIEGO MEJIA EDELMAN
ESCALA INDICADA	OCTUBRE 2014	FECHA	OCTUBRE 2014



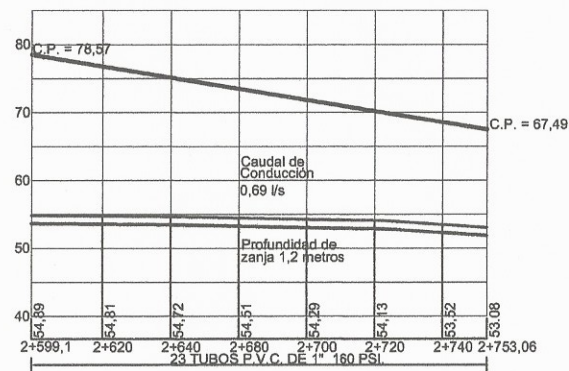
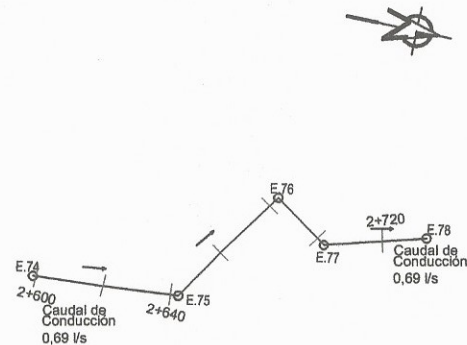
PLANTA-PERFIL LÍNEA DE CONDUCCIÓN DE 2+220 A 2+560 SISTEMA DE AGUA POTABLE, ALDEA CEMENTERIO GRAN CAÑÓN

ESCALA VERTICAL 1:500
ESCALA HORIZONTAL 1:1000

TABLA DE SÍMBOLOS	
C.P.	COTA PIEZOMETRICA
Q	CAUDAL TRANSPORTADO EN LITROS/SEGUNDO
PVC Ø	DIAMETRO Y TIPO DE TUBERIA
●	VALVULA REGULADORA DE CAUDALES (V.R.C.)
—	DIRECCION DE FLUJO
Δ	VALVULA DE LIMPIEZA (V.L.)
⊕	VALVULA DE AIRE (V.A.)
■	CAJA ROMPE PRESIÓN (C.R.P.)

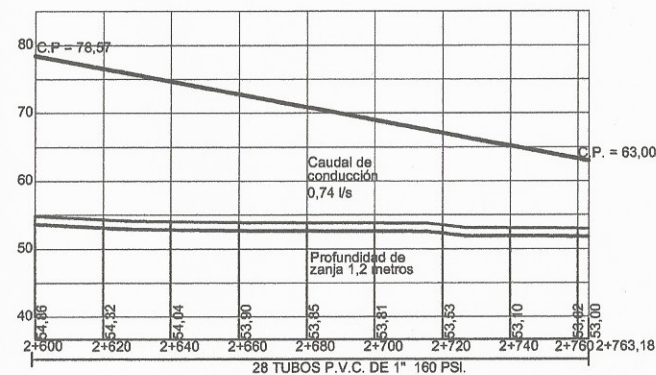
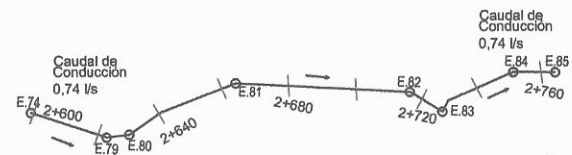
Universidad de San Carlos de Guatemala
Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz
ASESOR - SUPERVISOR DE EPS
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
Facultad de Ingeniería

UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA	
PROYECTO: DISEÑO DE SISTEMA DE AGUA POTABLE	
UBICACIÓN: ALDEA CEMENTERIO GRAN CAÑÓN	
MUNICIPIO: MORALES	
DEPARTAMENTO: IZABAL	
CONTENIDO	
PLANTA-PERFIL DE 2+220 A 2+560	
EPS	6 MESES
CALCULO	JUAN DIEGO MEJIA EDELMAN
DIBUJO	JUAN DIEGO MEJIA EDELMAN
ESCALA	INDICADA
FECHA	OCTUBRE 2014
No. HOJA 6/12	



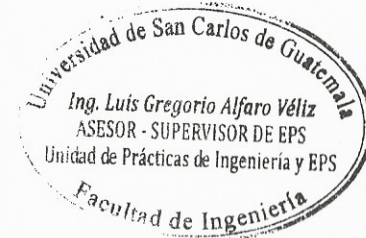
PLANTA-PERFIL TRAMO 74-78

SISTEMA DE AGUA POTABLE, ALDEA CEMENTERIO GRAN CAÑÓN
ESCALA VERTICAL 1:500
ESCALA HORIZONTAL 1:1000



PLANTA-PERFIL TRAMO 74-85

SISTEMA DE AGUA POTABLE, ALDEA CEMENTERIO GRAN CAÑÓN
ESCALA VERTICAL 1:500
ESCALA HORIZONTAL 1:1000

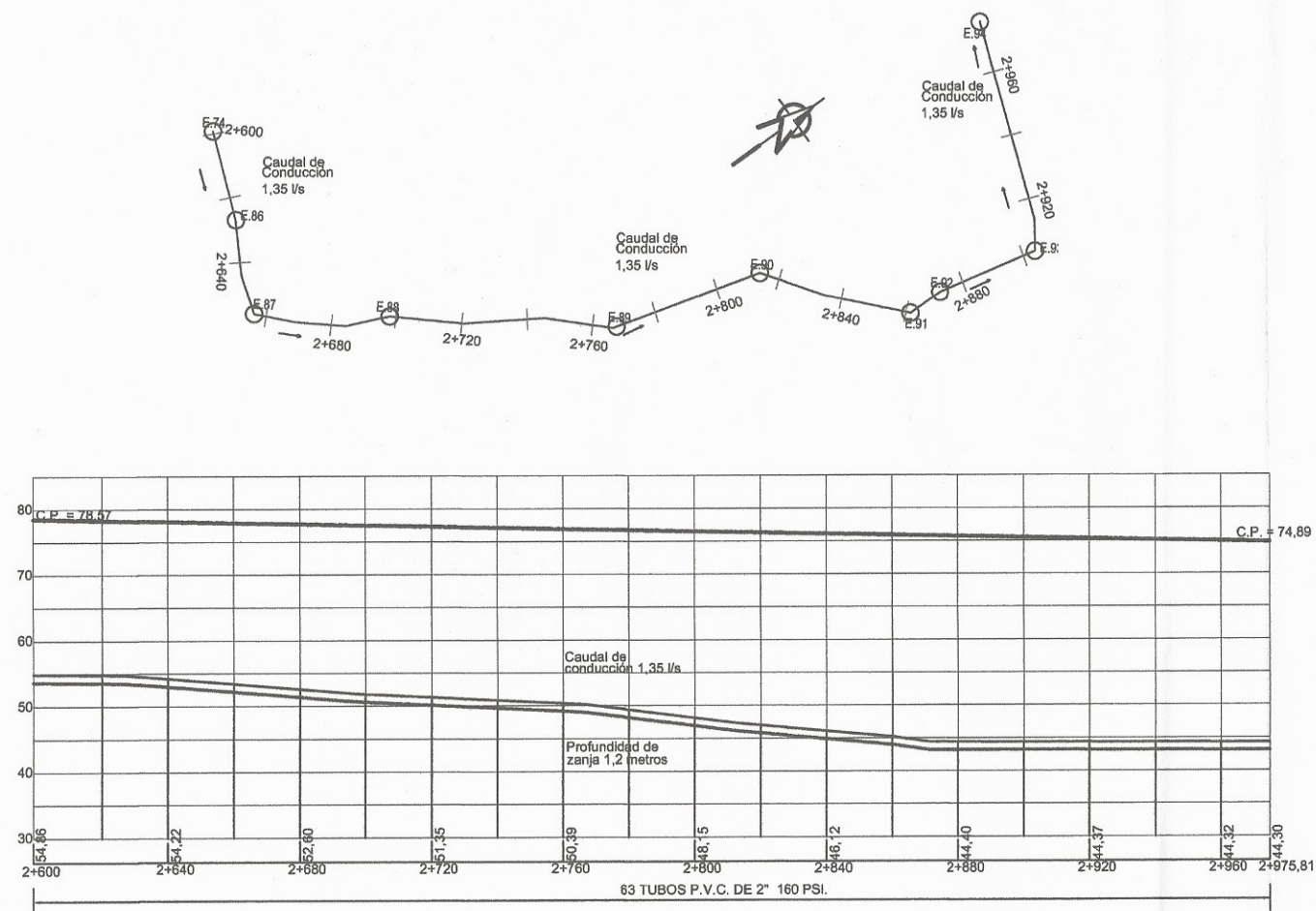


PLANTA-PERFIL RED DE DISTRIBUCIÓN TRAMOS DEL 74 AL 85

SISTEMA DE AGUA POTABLE, ALDEA CEMENTERIO GRAN CAÑÓN

ESCALA VERTICAL 1:500
ESCALA HORIZONTAL 1:1000

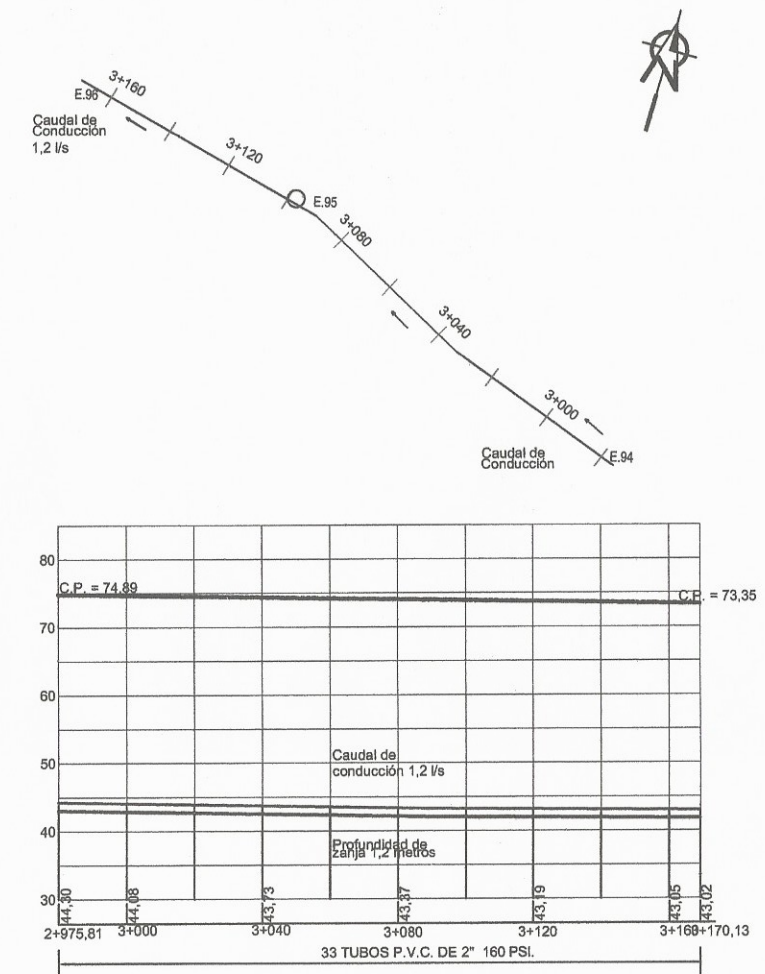
		UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA	
		PROYECTO: DISEÑO DE SISTEMA DE AGUA POTABLE	
UBICACIÓN		ALDEA CEMENTERIO GRAN CAÑÓN	
MUNICIPIO:		MORALES	
DEPARTAMENTO:		IZABAL	
CONTENIDO		PLANTA-PERFIL TRAMOS DEL 74 AL 85	
6 MESES	DISEÑO	JUAN DIEGO MEJIA EDELMAN	
CÁLCULO	DISEÑO	JUAN DIEGO MEJIA EDELMAN	
ESCALA	FECHA	OCTUBRE 2014	



PLANTA-PERFIL TRAMO 74-94

SISTEMA DE AGUA POTABLE, ALDEA CEMENTERIO GRAN CAÑÓN

ESCALA VERTICAL 1:500
ESCALA HORIZONTAL 1:1000



PLANTA-PERFIL TRAMO 94-96

SISTEMA DE AGUA POTABLE, ALDEA CEMENTERIO GRAN CAÑÓN

ESCALA VERTICAL 1:500
ESCALA HORIZONTAL 1:1000

PLANTA-PERFIL RED DE DISTRIBUCIÓN TRAMOS DEL 74 AL 96

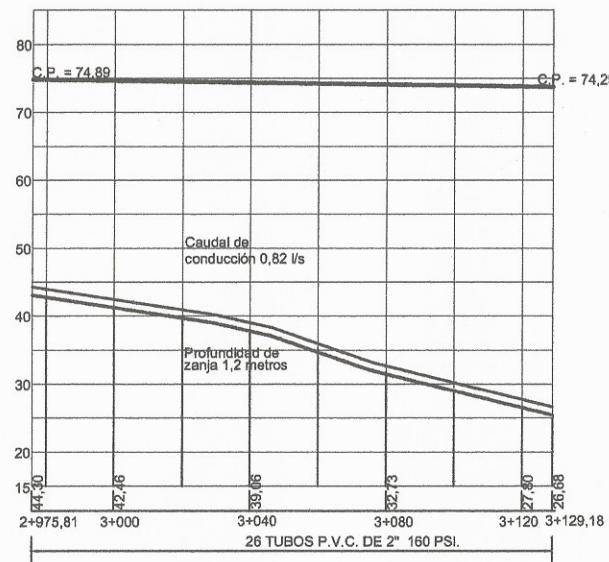
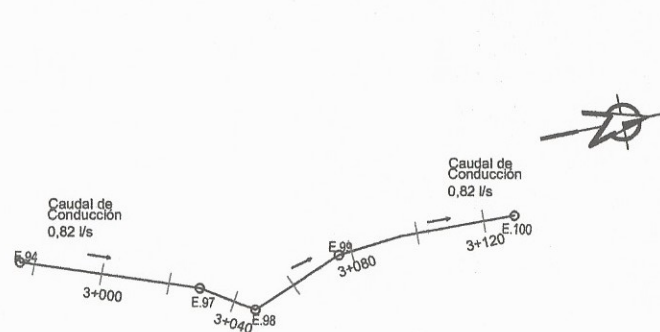
SISTEMA DE AGUA POTABLE, ALDEA CEMENTERIO GRAN CAÑÓN

ESCALA VERTICAL 1:500
ESCALA HORIZONTAL 1:1000



UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA	
PROYECTO: DISEÑO DE SISTEMA DE AGUA POTABLE	
UBICACIÓN: ALDEA CEMENTERIO GRAN CAÑÓN	
MUNICIPIO: MORALES	
DEPARTAMENTO: IZABAL	
CONTENIDO: PLANTA-PERFIL TRAMOS DEL 74 AL 96	
6 MESES	DISEÑO: JUAN DIEGO MEJIA EIDELMAN
CÁLCULO: JUAN DIEGO MEJIA EIDELMAN	DISEÑO: JUAN DIEGO MEJIA EIDELMAN
ESCALA: INDICADA	FECHA: OCTUBRE 2014

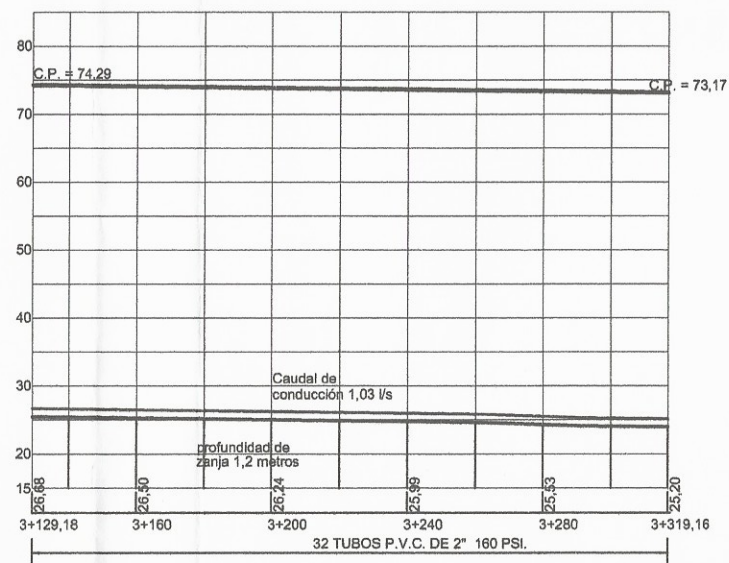
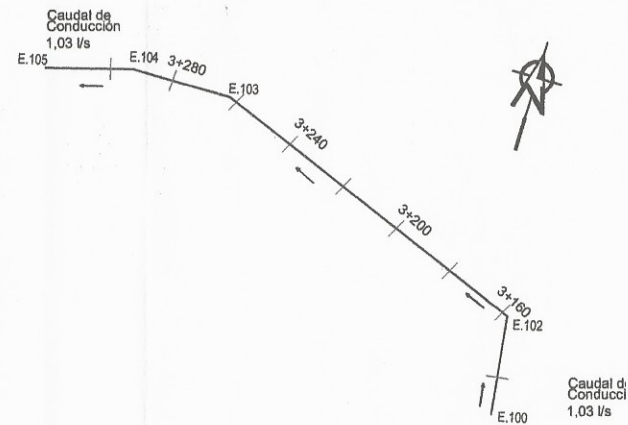
8/12



PLANTA-PERFIL TRAMO 94-100

SISTEMA DE AGUA POTABLE, ALDEA CEMENTERIO GRAN CAÑÓN

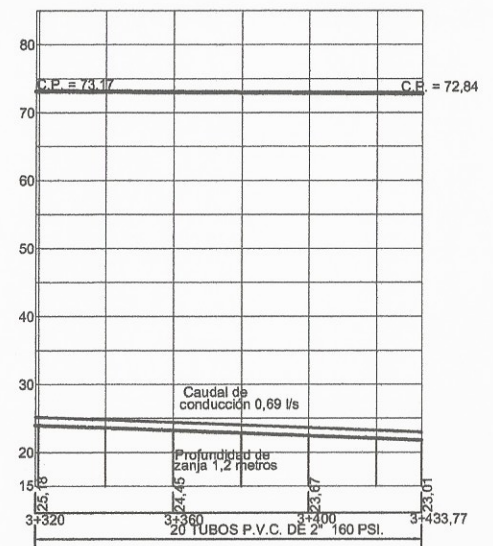
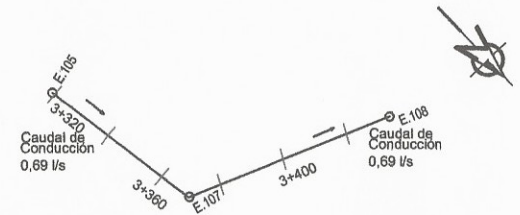
ESCALA VERTICAL 1:500
ESCALA HORIZONTAL 1:1000



PLANTA-PERFIL TRAMO 100-105

SISTEMA DE AGUA POTABLE, ALDEA CEMENTERIO GRAN CAÑÓN

ESCALA VERTICAL 1:500
ESCALA HORIZONTAL 1:1000



PLANTA-PERFIL TRAMO 105-108

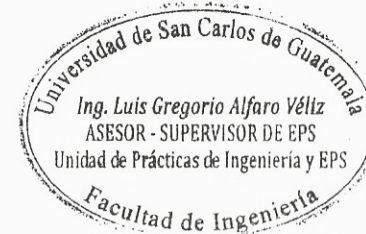
SISTEMA DE AGUA POTABLE, ALDEA CEMENTERIO GRAN CAÑÓN

ESCALA VERTICAL 1:500
ESCALA HORIZONTAL 1:1000

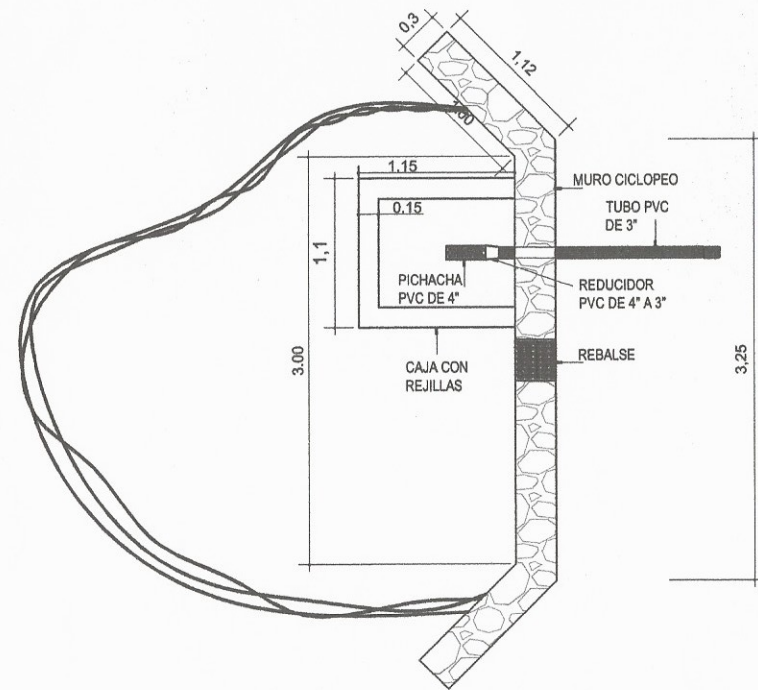
PLANTA-PERFIL RED DE DISTRIBUCIÓN TRAMOS DEL 94 AL 108

SISTEMA DE AGUA POTABLE, ALDEA CEMENTERIO GRAN CAÑÓN

ESCALA VERTICAL 1:500
ESCALA HORIZONTAL 1:1000



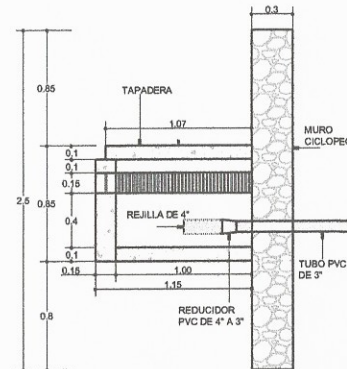
		UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA	
		PROYECTO: DISEÑO DE SISTEMA DE AGUA POTABLE	
		UBICACIÓN: ALDEA CEMENTERIO GRAN CAÑÓN	
		MUNICIPIO: MORALES	
		DEPARTAMENTO: IZABAL	
CONTENIDO		Hoja 9	
PLANTA-PERFIL TRAMOS DEL 94 AL 108			
EPS	6 MESES	DISENYO	JUAN DIEGO MEJIA EDELMAN
CÁLCULO	JUAN DIEGO MEJIA EDELMAN	DISEÑO	JUAN DIEGO MEJIA EDELMAN
ESCALA	INDICADA	FECHA	OCTUBRE 2014



PLANTA CAPTACIÓN

SISTEMA DE AGUA POTABLE, ALDEA CEMENTERIO GRAN CAÑÓN

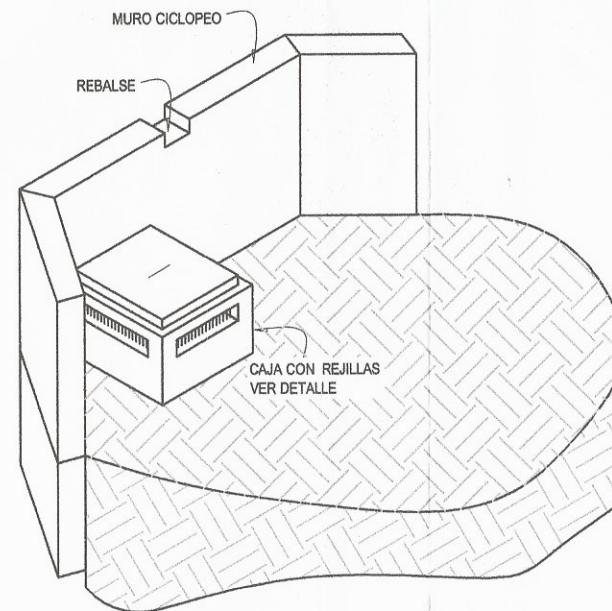
ESCALA: 1:25



SECCIÓN CAPTACIÓN

SISTEMA DE AGUA POTABLE, ALDEA CEMENTERIO GRAN CAÑÓN

ESCALA: 1:25



ISOMÉTRICO CAPTACIÓN

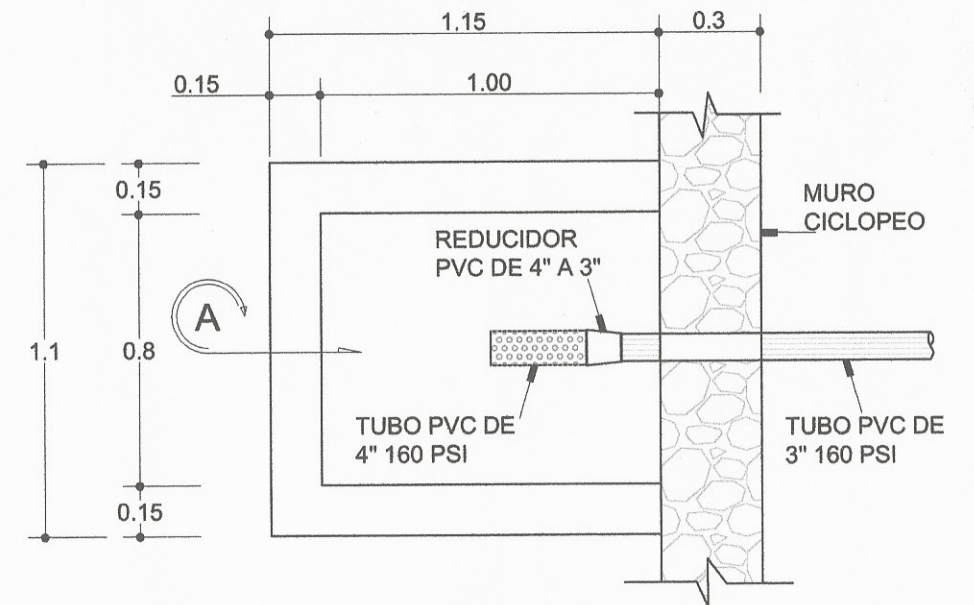
SISTEMA DE AGUA POTABLE, ALDEA CEMENTERIO GRAN CAÑÓN

SIN ESCALA

ESPECIFICACIONES:

1. EL CONCRETO CICLOPEO SERÁ UNA COMBINACIÓN DE CONCRETO ESTRUCTURAL CON PIEDRAS DE UN TAMAÑO MÁXIMO DE 300 MM.
2. EL CONCRETO SE HARÁ EN PROPORCIÓN DEL VOLUMEN 1:2:3, CEMENTO, ARENA Y PIEDRIN DE 1/2".
3. LA CAJA SE REALIZARÁ EN PROPORCIÓN DEL VOLUMEN 1:2:3, CEMENTO ARENA Y PIEDRIN DE 1/2".
4. SE REPELLARÁ EL MURO CICLOPEO Y CAJA CON MORTERO PROPORCIÓN VOLUMEN 1:2, CEMENTO Y ARENA CON UN RECUBRIMIENTO MÍNIMO DE 2.5 CMS Y ALIZADO INTERNO Y EXTERNO

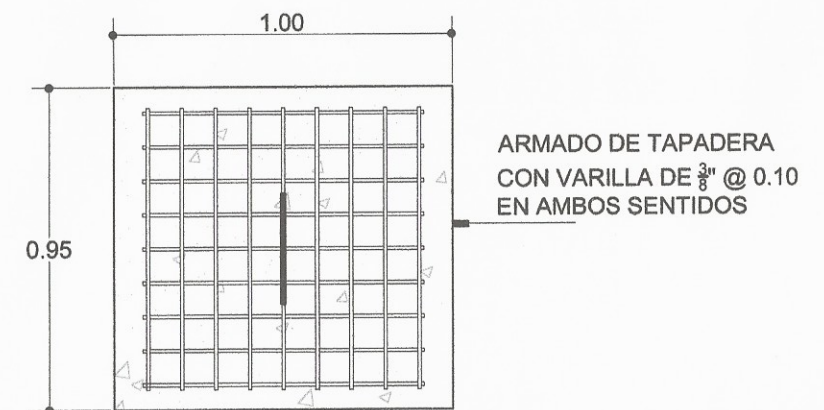
TODAS LAS ESPECIFICACIONES DEBEN CUMPLIR EL CAPÍTULO 5 DEL REGLAMENTO PARA CONCRETO ESTRUCTURAL (ACI) 318S-08



CAJA CAPTACIÓN

SISTEMA DE AGUA POTABLE, ALDEA CEMENTERIO GRAN CAÑÓN

ESCALA: 1:10



DETALLE DE TAPADERA

SISTEMA DE AGUA POTABLE, ALDEA CEMENTERIO GRAN CAÑÓN

ESCALA: 1:10

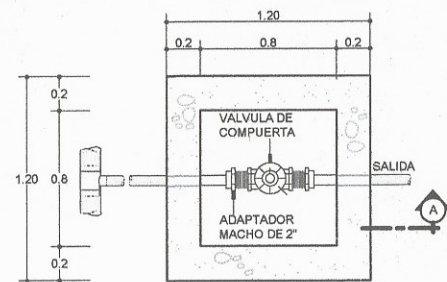


DETALLES DE CAPTACIÓN

SISTEMA DE AGUA POTABLE, ALDEA CEMENTERIO GRAN CAÑÓN

ESCALA: INDICADA

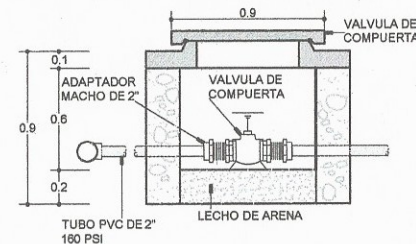
UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA	
PROYECTO: DISEÑO DE SISTEMA DE AGUA POTABLE	
UBICACIÓN: ALDEA CEMENTERIO GRAN CAÑÓN	
MUNICIPIO: MORALES	
DEPARTAMENTO: IZABAL	
CONTENIDO	
DETALLES DE CAPTACIÓN	
EPS	6 MESES
DISEÑO	JUAN DIEGO MEJIA EDELMAN
CÁLCULO	JUAN DIEGO MEJIA EDELMAN
ESCALA	INDICADA
FECHA	OCTUBRE 2014
ING. LUIS GREGORIO ALFARO VELIZ ASESOR - SUPERVISOR DE EPS CATEGORÍA 5383 (ANEXOS)	



PLANTA VÁLVULA DE LIMPIEZA

SISTEMA DE AGUA POTABLE, ALDEA CEMENTERIO GRAN CAÑÓN

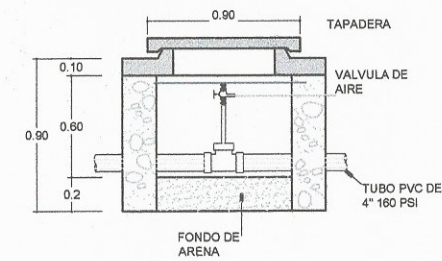
ESCALA: 1:20



SECCIÓN A-A VALVULA DE LIMPIEZA

SISTEMA DE AGUA POTABLE, ALDEA CEMENTERIO GRAN CAÑÓN

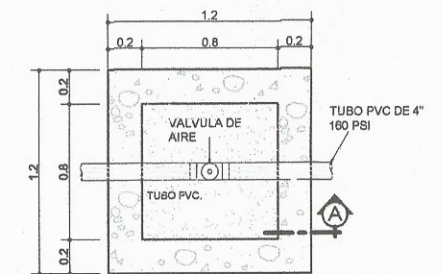
ESCALA: 1:20



SECCIÓN A-A' VALVULA DE LIMPIEZA

SISTEMA DE AGUA POTABLE, ALDEA CEMENTERIO GRAN CAÑÓN

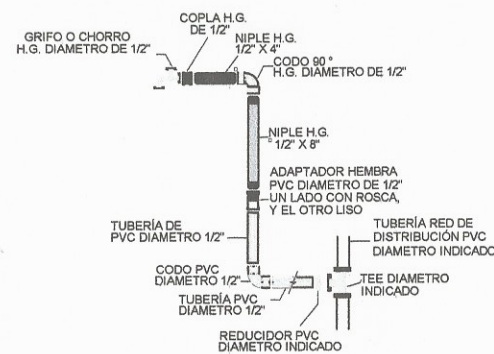
ESCALA: 1:20



PLANTA VÁLVULA DE AIRE

SISTEMA DE AGUA POTABLE, ALDEA CEMENTERIO GRAN CAÑÓN

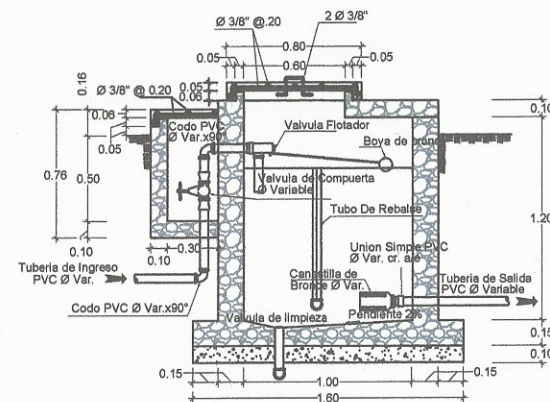
ESCALA: 1:20



TOMA DOMICILIAR

SISTEMA DE AGUA POTABLE, ALDEA CEMENTERIO GRAN CAÑÓN

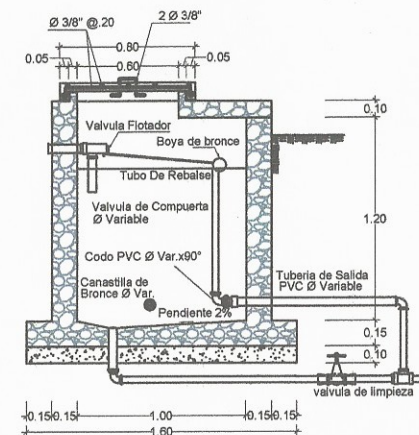
SIN ESCALA



PERFIL CAJA ROMPE PRESIÓN

SISTEMA DE AGUA POTABLE, ALDEA CEMENTERIO GRAN CAÑÓN

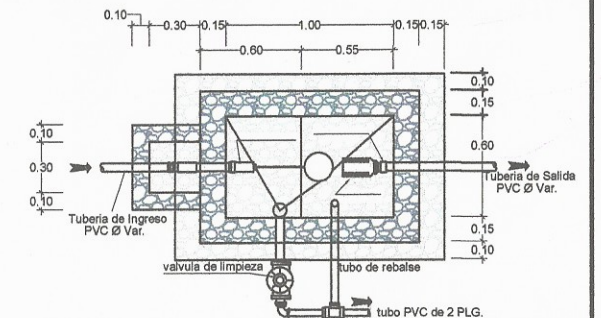
ESCALA: 1:20



VISTA FRONTAL CAJA ROMPE PRESIÓN

SISTEMA DE AGUA POTABLE, ALDEA CEMENTERIO GRAN CAÑÓN

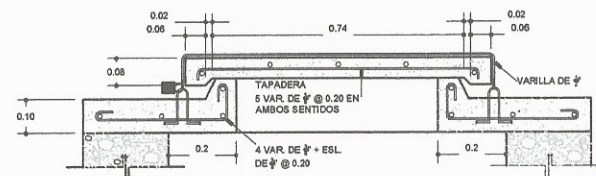
ESCALA: 1:20



PLANTA CAJA ROMPE PRESIÓN

SISTEMA DE AGUA POTABLE, ALDEA CEMENTERIO GRAN CAÑÓN

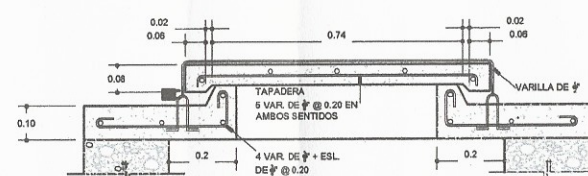
ESCALA: 1:20



DETALLE DE TAPADERA

SISTEMA DE AGUA POTABLE, ALDEA CEMENTERIO GRAN CAÑÓN

ESCALA: 1:10



DETALLE DE TAPADERA

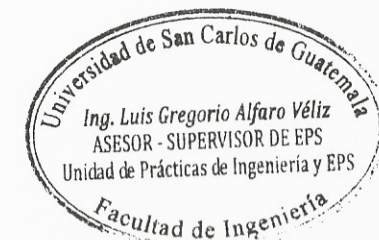
SISTEMA DE AGUA POTABLE, ALDEA CEMENTERIO GRAN CAÑÓN

ESCALA: 1:10

DETALLES DE VALVULAS, CAJAS ROMPE PRESIÓN Y TAPADERAS

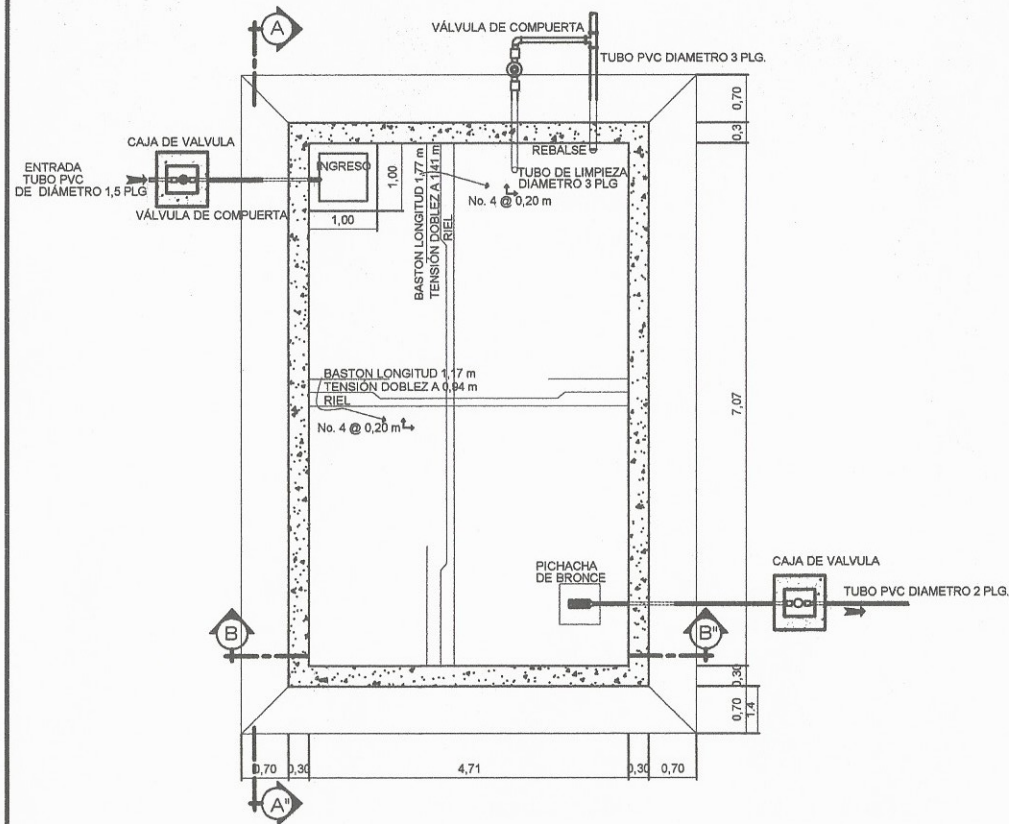
SISTEMA DE AGUA POTABLE, ALDEA CEMENTERIO GRAN CAÑÓN

ESCALA: INDICADA



UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA	
PROYECTO: DISEÑO DE SISTEMA DE AGUA POTABLE	
UBICACIÓN: ALDEA CEMENTERIO GRAN CAÑÓN	
MUNICIPIO: MORALES	
DEPARTAMENTO: IZABAL	
CONTENIDO	
DETALLES DE VALVULAS CAJAS ROMPE PRESION Y TAPADERAS	
EPS: 6 MESES	DISEÑO: JUAN DIEGO MEJIA EDELMAN
CALCULO: JUAN DIEGO MEJIA EDELMAN	DISEÑO: JUAN DIEGO MEJIA EDELMAN
ESCALA: INDICADA	FECHA: OCTUBRE 2014

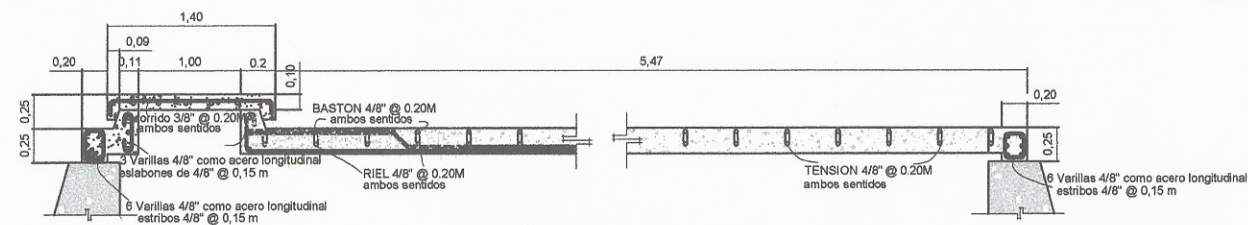
Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz
ASESOR - SUPERVISOR DE EPS
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
Facultad de Ingeniería



PLANTA TANQUE DE DISTRIBUCIÓN

SISTEMA DE AGUA POTABLE, ALDEA CEMENTERIO GRAN CAÑÓN

ESCALA 1:50



SECCION A-A' TAPADERA TANQUE DE DISTRIBUCIÓN

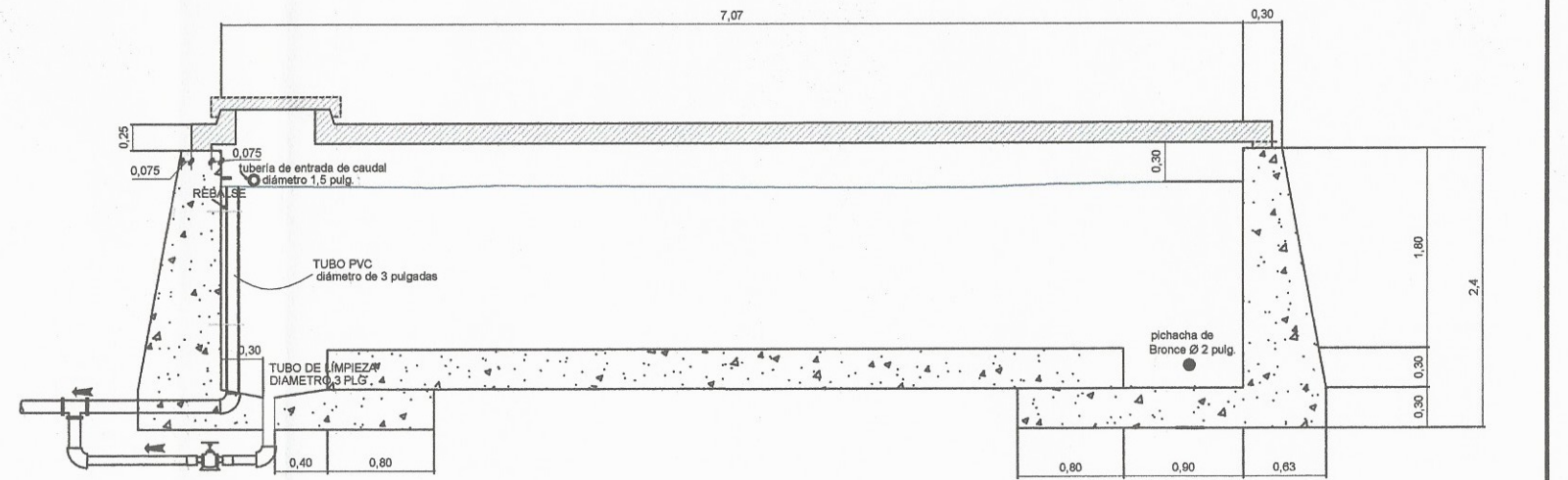
SISTEMA DE AGUA POTABLE, ALDEA CEMENTERIO GRAN CAÑÓN

ESCALA 1:20

DETALLES DE TANQUE DE DISTRIBUCIÓN

SISTEMA DE AGUA POTABLE, ALDEA CEMENTERIO GRAN CAÑÓN

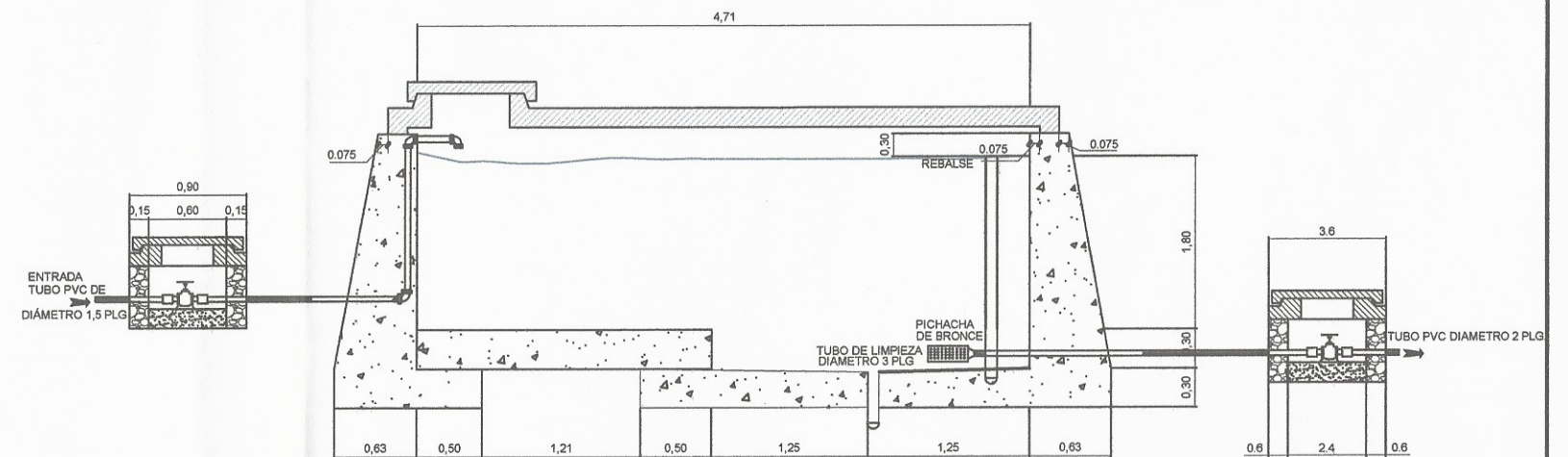
ESCALA: INDICADA



SECCIÓN A-A' TANQUE DE DISTRIBUCIÓN

SISTEMA DE AGUA POTABLE, ALDEA CEMENTERIO GRAN CAÑÓN

ESCALA 1:25



SECCION B-B' TANQUE DE DISTRIBUCIÓN

SISTEMA DE AGUA POTABLE, ALDEA CEMENTERIO GRAN CAÑÓN

ESCALA 1:25



UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA	
PROYECTO: DISEÑO DE SISTEMA DE AGUA POTABLE	
UBICACIÓN: ALDEA CEMENTERIO GRAN CAÑÓN	
MUNICIPIO: MORALES	
DEPARTAMENTO: IZABAL	
CONTENIDO	Nº. HOJA
DETALLES DE TANQUE DE DISTRIBUCIÓN	12/12
EPS: 6 MESES	DISEÑO: JUAN DIEGO MEJIA EDELMAN
CÁLCULO: JUAN DIEGO MEJIA EDELMAN	DIBUJO: JUAN DIEGO MEJIA EDELMAN
ESCALA: INDICADA	FECHA: OCTUBRE 2014